

HP 32SII

Calculadora Científica RPN Manual del Propietario



HP 32SII

Calculadora Científica RPN

Manual del Propietario



**HEWLETT
PACKARD**

Número de Parte HP 00032-90072
Impreso en EE.UU. noviembre de 1990

Edición 1

Nota

Este manual y los ejemplos contenidos en el mismo se proporcionan “tal como están” y se encuentran sujetos a cambios sin previo aviso. La Cía. Hewlett-Packard no ofrece garantía de ninguna clase sobre este manual, incluyendo, pero no limitándose, a las garantías implícitas de comercialización o de aptitud del producto para fines específicos. La Cía. Hewlett-Packard no se hará responsable por ningún error o por los daños accidentales o consecuentes asociados con el suministro, funcionamiento o uso de este manual o de los ejemplos aquí expuestos.

© 1990 por la Cía. Hewlett-Packard. Todos los derechos son reservados. La reproducción, adaptación o traducción de este manual está prohibida sin el consentimiento previo de la Cía. Hewlett-Packard, excepto en las circunstancias permitidas por la ley de derechos de autor.

Los programas que controlan su calculadora están protegidos por los derechos de autor y todos los derechos son reservados. La reproducción, adaptación o traducción de estos programas sin el consentimiento previo de la Cía. Hewlett-Packard está también prohibida.

Hewlett-Packard Company
Corvallis Division
1000 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, EE.UU.

Impresión

Edición 1noviembre de 1990

Tabla de Contenidos

Parte 1. Operaciones Básicas

| | |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| 1. Cómo comenzar a utilizar la calculadora HP-32SII | |
| Notas preliminares importantes | 1-1 |
| Cómo encender y apagar la calculadora | 1-1 |
| Cómo ajustar el contraste de la pantalla | 1-1 |
| Características del teclado y de la pantalla | 1-2 |
| Teclas de cambio | 1-2 |
| Teclas alfabéticas | 1-2 |
| Retroceso y borrado | 1-3 |
| Cómo utilizar los menús | 1-5 |
| Cómo salir de los menús | 1-8 |
| Indicadores | 1-9 |
| Cómo introducir los números | 1-12 |
| Números negativos | 1-12 |
| Exponentes de diez | 1-12 |
| Cómo funciona la introducción de dígitos | 1-14 |
| Gama de números y OVERFLOW (desbordamiento) | 1-15 |
| Operaciones aritméticas | 1-15 |
| Funciones uninuméricas | 1-15 |
| Funciones binuméricas | 1-16 |
| Cómo controlar el formato de presentación | 1-18 |
| Puntos y comas en los números | 1-18 |
| Número de lugares decimales | 1-18 |
| Cómo mostrar (SHOW) la precisión completa de 12 dígitos | 1-20 |
| Fracciones | 1-21 |
| Cómo introducir fracciones | 1-21 |
| Cómo mostrar fracciones | 1-22 |
| Mensajes | 1-23 |
| Memoria de la calculadora | 1-24 |
| Cómo comprobar la memoria disponible | 1-24 |

| | |
|-------------------------------------------------------------|------|
| Cómo borrar toda la memoria | 1-25 |
| 2. Pila de memoria automática | |
| La pila | 2-1 |
| El registro X aparece en pantalla | 2-2 |
| Cómo borrar el registro X | 2-2 |
| Cómo revisar la pila | 2-3 |
| Cómo intercambiar los registros X e Y en la pila | 2-4 |
| Operaciones aritméticas—Funcionamiento de la pila | 2-5 |
| Cómo funciona ENTER | 2-6 |
| Cómo funciona CLEAR x | 2-7 |
| El registro LAST X | 2-9 |
| Cómo corregir errores con LAST X | 2-9 |
| Cómo volver a utilizar números con LAST X | 2-11 |
| Cálculos en cadena | 2-13 |
| Cómo trabajar sin paréntesis | 2-13 |
| Ejercicios | 2-15 |
| Orden de cálculo | 2-16 |
| Más ejercicios | 2-18 |
| 3. Cómo almacenar datos en variables | |
| Almacenamiento y recuperación de números | 3-2 |
| Cómo visualizar una variable sin recuperarla | 3-3 |
| Cómo revisar las variables en el catálogo VAR | 3-4 |
| Cómo borrar las variables | 3-5 |
| Operaciones aritméticas con variables almacenadas | 3-5 |
| Aritmética de almacenamiento | 3-6 |
| Aritmética de recuperación | 3-6 |
| Cómo intercambiar x con cualquier variable | 3-8 |
| La variable “I” | 3-9 |
| 4. Funciones con números reales | |
| Funciones exponenciales y logarítmicas | 4-2 |
| Funciones potenciales | 4-2 |
| Trigonometría | 4-3 |
| Cómo introducir π | 4-3 |
| Cómo definir el modo angular | 4-3 |
| Funciones trigonométricas | 4-4 |
| Funciones hiperbólicas | 4-6 |
| Funciones de porcentajes | 4-6 |
| Funciones de conversión | 4-8 |
| Conversión de coordenadas | 4-8 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|------|
| Conversión de tiempo | 4-11 |
| Conversión de ángulos | 4-12 |
| Conversión de unidades | 4-12 |
| Funciones de probabilidad | 4-13 |
| Factorial | 4-13 |
| Gamma | 4-13 |
| Menú de probabilidad | 4-13 |
| Partes de números | 4-16 |
| Nombres de funciones | 4-16 |
| 5. Fracciones | |
| Cómo introducir las fracciones | 5-1 |
| Fracciones en pantalla | 5-2 |
| Reglas de presentación | 5-3 |
| Indicadores de exactitud | 5-4 |
| Fracciones largas | 5-5 |
| Cómo cambiar la presentación de las fracciones | 5-6 |
| Cómo establecer el denominador máximo | 5-6 |
| Cómo elegir el formato de fracciones | 5-7 |
| Ejemplos de presentaciones de fracciones | 5-8 |
| Redondeo de fracciones | 5-9 |
| Fracciones en las ecuaciones | 5-10 |
| Fracciones en programas | 5-11 |
| 6. Cómo introducir y calcular las ecuaciones | |
| Usos de las ecuaciones | 6-1 |
| Resumen de operaciones con ecuaciones | 6-4 |
| Cómo introducir ecuaciones en la lista de ecuaciones | 6-5 |
| Variables en las ecuaciones | 6-6 |
| Números en las ecuaciones | 6-6 |
| Funciones en las ecuaciones | 6-6 |
| Paréntesis en las ecuaciones | 6-7 |
| Cómo visualizar y seleccionar las ecuaciones | 6-9 |
| Cómo editar y borrar las ecuaciones | 6-10 |
| Tipos de ecuaciones | 6-12 |
| Cómo calcular las ecuaciones | 6-13 |
| Cómo utilizar ENTER para realizar cálculos | 6-15 |
| Cómo utilizar XEQ para realizar cálculos | 6-16 |
| Cómo responder a los indicadores de la ecuación | 6-17 |
| Sintaxis de las ecuaciones | 6-18 |
| Precedencia del operador | 6-19 |
| Funciones de ecuaciones | 6-20 |

| | |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| Errores de sintaxis | 6-24 |
| Cómo verificar las ecuaciones | 6-24 |
| 7. Cómo resolver las ecuaciones | |
| Cómo resolver una ecuación | 7-2 |
| Funcionamiento y control de SOLVE | 7-6 |
| Cómo verificar el resultado | 7-7 |
| Cómo interrumpir un cálculo de SOLVE | 7-8 |
| Cómo elegir estimaciones iniciales para SOLVE | 7-8 |
| Para más información | 7-12 |
| 8. Cómo integrar las ecuaciones | |
| Cómo integrar las ecuaciones (\int FN) | 8-2 |
| Exactitud de la integración | 8-6 |
| Cómo especificar la exactitud | 8-6 |
| Cómo interpretar la exactitud | 8-7 |
| Para más información | 8-9 |
| 9. Operaciones con números complejos | |
| Pila de números complejos | 9-2 |
| Operaciones complejas | 9-3 |
| Cómo utilizar números complejos en la notación polar | 9-6 |
| 10. Conversiones de base y aritmética | |
| Aritmética en las bases 2, 8 y 16 | 10-3 |
| Representación de los números | 10-5 |
| Números negativos | 10-5 |
| Amplitud de los números | 10-6 |
| Ventanas para los números binarios largos | 10-7 |
| Cómo ver (SHOW) los números parcialmente ocultos | 10-8 |
| 11. Operaciones estadísticas | |
| Cómo introducir datos estadísticos | 11-1 |
| Cómo introducir los datos de una variable | 11-2 |
| Cómo introducir los datos de dos variables | 11-2 |
| Cómo corregir los errores en los datos introducidos | 11-3 |
| Cálculos estadísticos | 11-5 |
| Media aritmética | 11-5 |
| Desviación estándar de muestra | 11-7 |
| Desviación estándar de población | 11-8 |
| Regresión lineal | 11-9 |
| Limitaciones en la precisión de los datos | 11-13 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-------|
| Valores sumatorios y registros de estadísticas | 11-14 |
| Estadísticas sumatorias | 11-14 |
| Registros de estadísticas en la memoria de la calculadora | 11-15 |
| Acceso a los registros de estadísticas | 11-16 |

Parte 2. Cómo Programar

12. Programación elemental

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|
| Cómo crear un programa | 12-3 |
| Límites del programa (LBL y RTN) | 12-3 |
| Cómo utilizar RPN y ecuaciones en los programas | 12-4 |
| Entrada y salida de datos | 12-5 |
| Cómo introducir un programa | 12-5 |
| Teclas para borrar | 12-7 |
| Nombres de función en los programas | 12-8 |
| Cómo ejecutar un programa | 12-10 |
| Cómo ejecutar un programa (XEQ) | 12-10 |
| Cómo comprobar el funcionamiento de un programa | 12-10 |
| Cómo introducir y visualizar datos | 12-12 |
| Cómo utilizar INPUT para la introducción de datos | 12-13 |
| Cómo utilizar VIEW para visualizar los datos | 12-15 |
| Cómo utilizar las ecuaciones para mostrar mensajes | 12-16 |
| Cómo visualizar la información sin interrumpir el programa | 12-19 |
| Cómo detener o interrumpir un programa | 12-20 |
| Cómo programar una interrupción o una pausa (STOP, PSE) | 12-20 |
| Cómo interrumpir la ejecución de un programa | 12-20 |
| Interrupciones por errores | 12-20 |
| Cómo editar un programa | 12-21 |
| Memoria del programa | 12-22 |
| Cómo visualizar la memoria del programa | 12-22 |
| Utilización de la memoria | 12-23 |
| El catálogo de programas (MEM) | 12-23 |
| Cómo borrar uno o más programas | 12-24 |
| La verificación | 12-25 |
| Funciones no programables | 12-26 |
| Cómo programar con BASE | 12-26 |
| Cómo seleccionar un modo de base en un programa | 12-26 |
| Números introducidos en las líneas de programa | 12-27 |

| | |
|------------------------------------------------------|-------|
| Expresiones polinómicas y método de Horner | 12-27 |
|------------------------------------------------------|-------|

13. Técnicas de programación

| | |
|---------------------------------------------------------|-------|
| Rutinas en los programas | 13-1 |
| Cómo llamar las subrutinas (XEQ, RTN) | 13-2 |
| Subrutinas anidadas | 13-3 |
| Bifurcación (GTO) | 13-5 |
| Instrucción GTO programada | 13-5 |
| Cómo utilizar GTO desde el teclado | 13-6 |
| Instrucciones condicionales | 13-6 |
| Pruebas de comparación (x?y, x?0) | 13-7 |
| Indicadores | 13-9 |
| Iteraciones | 13-16 |
| Iteraciones condicionales (GTO) | 13-17 |
| Iteraciones con contadores (DSE, ISG) | 13-18 |
| Direccionamiento indirecto de Variables y Etiquetas . . | 13-20 |
| La variable “i” | 13-20 |
| Direccionamiento indirecto (i) | 13-21 |
| Control del programa con (i) | 13-22 |
| Ecuaciones con (i) | 13-25 |

14. Cómo resolver e integrar programas

| | |
|--------------------------------------------------------|-------|
| Cómo resolver un programa | 14-1 |
| Cómo utilizar SOLVE en un programa | 14-6 |
| Cómo integrar un programa | 14-8 |
| Cómo utilizar la integración en un programa | 14-10 |
| Restricciones en la resolución e integración | 14-11 |

15. Programas de matemáticas

| | |
|------------------------------------------------|-------|
| Operaciones con vectores | 15-1 |
| Soluciones de ecuaciones simultáneas | 15-14 |
| Búsqueda de raíces de polinomios | 15-23 |
| Transformaciones de coordenadas | 15-36 |

16. Programas de estadísticas

| | |
|--------------------------------------------------|-------|
| Ajuste de curvas | 16-1 |
| Distribuciones normal e inversa-normal | 16-13 |
| Desviación estándar de datos agrupados | 16-20 |

17. Programas y ecuaciones varias

| | |
|--------------------------------------------------|------|
| Valor del dinero en función del tiempo | 17-1 |
| Generador de números primos | 17-7 |

Parte 3. Apéndices y referencias

A. Asistencia técnica, pilas y servicio de reparación

| | |
|----------------------------------------------------------|------|
| Asistencia técnica de la calculadora | A-1 |
| Respuestas a preguntas comunes | A-1 |
| Límites ambientales | A-2 |
| Cómo cambiar las pilas | A-3 |
| Operación de comprobación de la calculadora | A-4 |
| La autocomprobación | A-5 |
| Garantía de un año | A-6 |
| Incluido en la garantía | A-6 |
| Excluido de la garantía | A-7 |
| Transacciones del consumidor en el Reino Unido | A-7 |
| Servicios de reparación | A-8 |
| Cargos de reparaciones | A-8 |
| Instrucciones de envío | A-9 |
| Garantía sobre el servicio de reparación | A-9 |
| Contratos de servicio de reparación | A-9 |
| Información sobre regulaciones | A-10 |

B. Memoria de usuario y la pila

| | |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Cómo gestionar la memoria de la calculadora | B-1 |
| Cómo restaurar la calculadora | B-3 |
| Cómo borrar la memoria | B-4 |
| El estado de desplazamiento de registros | B-6 |
| Operaciones de desactivación | B-6 |
| Operaciones neutrales | B-7 |
| Estado del registro LAST X | B-8 |

C. Información adicional sobre la resolución de ecuaciones

| | |
|----------------------------------------------------|------|
| Cómo SOLVE encuentra una raíz | C-1 |
| Cómo interpretar los resultados | C-3 |
| Cuando SOLVE no puede encontrar una raíz | C-10 |
| Error de redondeo | C-18 |
| Subdesbordamiento | C-18 |

D. Información adicional sobre la integración

Cómo se calcula la integral D-1

Condiciones que puede producir resultados incorrectos . D-2

Condiciones que prolongan el tiempo de cálculo D-7

E. Mensajes

F. Índice de funciones

Índice

Indice

Caracteres especiales

▲, 1-23

◀ indicadores, 1-1

indicador ◀, A-3

indicadores ← →

ecuaciones, 6-9, 12-7, 12-17

números binarios, 10-7

↶ ↷ indicadores, 1-2

indicador ▼

desplazamiento, 6-9, 12-7,
12-17

▼ indicador

menús, 1-5

▼▲ indicador

en catálogos, 5-5

en fracciones, 5-2, 5-4

en las fracciones, 3-4

en los catálogos, 3-4

⊙ (en fracciones), 1-21, 5-1

⊕/⊖, 1-12

funciones % , 4-6

π, 4-3, A-2

A

ajuste de contraste, 1-1

ajuste de curva, 11-9

ajuste de curva exponencial,
16-1

ajuste de curva logarítmica,
16-1

ajuste de curva potencial, 16-1

ajuste de curvas, 16-1

ajuste de regresión, 16-1

ángulos

conversión de formato, 4-11

conversión de unidades, 4-12

entre vectores, 15-1

unidades implícitas, 4-3, A-2

apilar

funcionamiento, 2-5

apilar la pila

activación, A-8

desactivación, A-8

neutral, A-9

argumentos de %CHG, 4-7

argumentos de XROOT, 6-20

aritmética

binaria, 10-3

cálculos en cadena, 2-13

funcionamiento de la pila,
2-5, 9-2

hexadecimal, 10-3

números complejos, 9-4

octal, 10-3

orden de cálculo, 2-16

procedimiento general, 1-15

resultados intermedios, 2-13

aritmética de almacenamiento,
3-6

aritmética de recuperación, 3-6,
C-1

aritmética RCL, 3-6, C-1

aritmética STO, 3-6

asíntotas de funciones, A-12

autocomprobación (calculadora),
A-5

ayuda relativa a la calculadora,
A-1

A..Z indicador, 1-2

B

base

afecta a la visualización, 10-5

aritmética, 10-3

conversión, 10-1

definición, 10-1, 14-12

por defecto, A-7

programas, 12-26

base numérica, A-1

bifurcación, 13-2, 13-16, 14-7

borrado

ecuaciones, 6-11

información general, 1-3

memoria, 1-25, A-1

mensajes, 1-23

números, 1-12, 1-15

programas, 1-24, 12-24

registros de estadísticas, 11-2,
11-15

registro X, 2-2, 2-7

variables, 1-24, 3-5

borrado de la memoria, A-4,
A-6

búsqueda del problema, A-4,
A-5

C

(C)

ajuste de contraste, 1-1

borrado de indicadores, 6-18

borrado del registro X, 2-2,
2-8

borrado de mensajes, 1-3

cancelación de indicadores,
12-15

cancelación de VIEW, 3-4

cancelar indicadores, 1-3

encendido y apagado, 1-1

interrupción de la integración,
8-2, 14-8

interrupción de programas,
12-20

interrupción de SOLVE, 7-8,
14-1

operación, 1-3

salida de catálogos, 1-3

salida del modo de Ecuaciones,
6-4, 6-5

salida del modo de programas,
12-6, 12-7

salida de los catálogos, 3-5

salida de menús, 1-3, 1-8

calculadora

ajuste de contraste, 1-1

autocomprobación, A-5

contactos de cortocircuitación,
A-4

encendido y apagado, 1-1

garantía, A-6

límites ambientales, A-2

operación de comprobación,
A-4, A-5

preguntas relativas a, A-1

restauración, A-4, A-5

servicios de reparación, A-8

valores por defecto, A-7

cálculos en cadena, 2-13

cálculos financieros, 17-1

cambio del signo de los números,
1-12, 1-15, 9-3

caracteres alfabéticos, 1-2

catálogo de programas, 1-24,
12-23

catálogo de variables, 1-24, 3-4

catálogos

programas, 1-24, 12-23

- salida, 1-3
- utilización de, 1-24
- variable, 3-4
- variables, 1-24
- CMPLX**, 9-1, 9-3
- coeficiente de correlación, 11-10, 16-1
- comas (en los números), 1-18, A-1
- combinaciones, 4-14
- complemento de dos, 10-3, 10-5
- comprobación de la calculadora, A-4, A-5
- constante (llenar la pila), 2-7
- contador de iteración, 13-18, 13-22
- contador de iteraciones, 13-18
- conversión de coordenadas de polar a rectangular, 4-8, 9-6, 15-1
- conversión de coordenadas de rectangular a polar, 4-8, 9-6, 15-1
- conversión de longitud, 4-12
- conversión de masa, 4-12
- conversión de peso, 4-12
- conversión de signos (finanzas), 17-1
- conversión de unidades, 4-12
- conversión de volumen, 4-12
- conversiones
 - bases numéricas, 10-1
 - coordenadas, 4-8, 9-6, 15-1
 - formato angular, 4-11
 - formato de tiempo, 4-11
 - unidades de ángulos, 4-12
 - unidades de longitud, 4-12
 - unidades de masa, 4-12
 - unidades de temperatura, 4-12
 - unidades de volumen, 4-12

- coordenadas
 - conversión, 4-5, 4-8, 15-1
 - transformación, 15-36
- coseno (trig), 4-4, 9-3
- cursor de introducción de datos
 - significado, 1-14
- cursor para entrada de ecuaciones
 - funcionamiento, 6-6
 - retroceso, 1-3, 6-10
- cursor para introducción de dígitos
 - en ecuaciones, 6-6
 - retroceso, 1-3, 6-10
- cursor para introducción de ecuaciones
 - retroceso, 12-22
- cursor para la introducción de dígitos
 - en programas, 12-7
 - retroceso, 12-7
- /c valor, A-7, C-1

D

- datos estadísticos
 - borrado, 1-4, 11-2
 - corrección, 11-3
 - dos variables, 11-2
 - inicialización, 11-2
 - introducción, 11-1
 - precisión, 11-13
 - sumas de variables, 11-14
 - una variable, 11-2
 - uso de memoria, A-4
 - utilización de la memoria, 12-23
- denominadores
 - control, 5-7, 13-10, 13-14
 - establecer el máximo, 5-6
 - gama de, 1-21, 5-1, 5-3
- desbordamiento
 - definición de respuesta, 13-9

- indicadores, 13-9
- prueba de existencia, 13-9
- resultado de cálculos, 1-15
- resultado de un cálculo, 10-3, 10-6
- desplazamiento
 - ecuaciones, 6-9, 12-7, 12-17
 - números binarios, 10-7
- desplazamiento de la pila, 2-3
- desviaciones estándar
 - cálculo, 11-7, 11-8
 - datos agrupados, 16-20
 - distribución normal, 16-13
- desviaciones estándar de muestra, 11-7
- desviaciones estándar de población, 11-8
- desviación estándar de datos agrupados, 16-20
- diagramas de flujo, 13-2
- dinero (finanzas), 17-1
- direccionamiento
 - indirecto, 13-20, 13-21, 13-22
- direccionamiento indirecto, 13-20, 13-21, 13-22
- discontinuidades de funciones, A-8
- distribución inversa-normal, 16-13
- distribución normal, 16-13
- “do if true” (ejecutar si es verdadero), 14-7
- “do if true”(ejecutar si es verdadero), 13-6
- DSE, 13-18

E

- ecuaciones
 - almacenamiento del valor de la variable, 6-15

- borrado en programas, 12-7, 12-21
- cálculo, 6-13, 6-15, 6-16, 7-6, 12-4, 13-11
- comp aplicaciones, 17-1
- comparadas a RPN, 6-20, 12-4
- con (i), 13-25
- control de cálculo, 13-11
- desplazamiento, 6-9, 12-7, 12-17
- ecuación TVM, 17-1
- edición, 1-3, 6-10, 6-11
- edición en programas, 12-7, 12-22
- en programas, 12-4, 12-6, 12-7, 12-25, 13-11
- funciones, 6-6, 6-20
- integración, 8-2
- introducción, 6-5, 6-10
- introducción en programas, 12-6
- largas, 6-9
- longitudes, 6-24, 12-7, A-4
- mensajes en, 12-16
- modo de base, 6-6, 6-14, 12-27
- muestra, 6-9
- muestra en programas, 12-19
- números en, 6-6
- paréntesis, 6-7, 6-19
- polinómicas, 15-23
- precedencia de operadores, 6-19
- presentación en programas, 13-11
- raíces, 7-1
- raíces múltiples, 7-8
- resolución, 7-2, A-3
- resumen de operaciones, 6-4
- simultáneas, 15-14

sin límite de tamaño, 6-5
 sin raíz, 7-7
 sintaxis, 6-18, 6-24, 12-16
 solicitud de valores, 6-14,
 6-17
 solicitud en programas, 13-11,
 14-9
 solicitudes en programas,
 14-2
 sumas de verificación, A-4
 supresión, 1-4, 6-11
 tipos de, 6-12
 uso de memoria, A-4
 usos, 6-1
 utilización de la memoria,
 12-23
 utilización de la pila, 6-14
 valor numérico de, 6-13, 6-15,
 6-16, 7-1, 7-6, 7-7, 12-4
 variables en, 6-6, 7-1
 verificaciones, 6-24, 12-7,
 12-25
 visualización en programas,
 12-16
 y fracciones, 5-10
 ecuaciones cuadráticas, 15-23
 ecuaciones cúbicas, 15-23
 ecuaciones de asignación, 6-12,
 6-14, 6-15, 7-1
 ecuaciones de expresión, 6-12,
 6-14, 7-1
 ecuaciones de igualdad, 6-12,
 6-14, 7-1
 ecuaciones simultáneas, 15-14
 E en los números, 1-12, 1-19,
 A-2
E (exponente), 1-13
 ejecución de paso único, 12-10
 ejecución de programas, 12-10,
 12-23
 elevación de pila

estado por defecto, A-7
 encendido y apagado, 1-1
ENTER
 borrado pila, 2-6
 cálculo de ecuaciones, 6-13,
 6-15
 copia de la variable
 visualizada, 12-15
 duplicación de números, 2-6
 fin de ecuaciones, 6-5, 6-11,
 12-7
 funcionamiento de la pila,
 2-6
 separación de números, 1-14,
 1-16, 2-6
 EQN LIST TOP, 6-9
 errores
 borrado, 1-3
 corrección, 2-9
 estadística
 ajuste de curva, 11-9
 ajuste de curvas, 16-1
 cálculo, 11-5
 datos agrupados, 16-20
 datos de dos variables, 11-2
 datos de una variable, 11-2
 distribuciones, 16-13
 operaciones, 11-1
 estadística de dos variables,
 11-2
 estadística de una variable, 11-2
 estimaciones (para SOLVE),
 7-2, 7-7, 7-8, 7-11, 14-6
 estimación (estadística), 11-9,
 16-1
 etiquetas de programa
 bifurcación hacia, 13-2, 13-5,
 13-16
 borrado, 12-6
 desplazamiento a, 12-11,
 12-23

- direccionamiento indirecto,
 - 13-20, 13-21, 13-22
- duplicados, 12-6
- ejecución, 12-10
- introducción, 12-3, 12-6
- propósito, 12-3
- verificaciones, 12-25
- visualización, 12-23

exponentes de diez, 1-12, 1-13

F

FDISP

- activación de indicadores,
 - 13-10
- activación del modo de presentación, 1-22, A-2
- activa el modo de presentación,
 - 5-1
- no programable, 5-11

flujos de caja, 17-1

FN=

- en programas, 14-6, 14-10
- integración de programas,
 - 14-8
- resolución de programas, 14-1

formato ALL

- definición, 1-19
- en ecuaciones, 6-6
- en programas, 12-6

formato de pantalla

- por defecto, A-7

formato de presentación

- afecta a la integración, 8-2,
 - 8-6, 8-8
- afecta a los números, 1-18
- afecta al redondeo, 4-16
- definición, 1-18, A-1
- puntos y comas en, A-1
- puntos y comas en el, 1-18

formato ENG, 1-19

formato FIX, 1-18

formato SCI

- definición, 1-19
- en programas, 12-6

formatos de tiempo, 4-11

fracciones

- cálculo con las, 5-1
- definición de formato, 5-7,
 - 13-10, 13-14
- denominadores, 1-21, 5-6,
 - 5-7, 13-10, 13-14
- ecuaciones, 5-10
- formatos, 5-7
- indicador de exactitud, 5-2,
 - 5-4
- indicadores, 5-7, 13-10
- muestra, 5-1, 5-2, 5-6
- muestra de, 1-22
- muestra de dígitos enteros,
 - 5-5
- no registros estadísticos, 5-2
- presentación, A-2
- redondeo, 5-5, 5-9
- reducción, 5-3, 5-7
- sólo base 10, 5-2
- teclado, 1-21, 5-1
- visualización de dígitos enteros, 3-4
- y programas, 5-11, 12-15,
 - 13-10

función cuadrada, 1-15

función de Bessel, 8-3

función de parte entera, 4-16

función de parte fraccional,

- 4-16

función de raíz cuadrada, 1-15

funciones

- binuméricas, 1-16, 2-10
- dos números, 9-3
- en ecuaciones, 6-6, 6-20
- en programas, 12-8

- nombres en pantalla, 4-16, 12-8
- no programables, 12-26
- números complejos, 9-3
- números reales, 4-1
- uninumérica, 2-9
- uninuméricas, 1-15
- un número, 9-3
- uso de memoria, A-4
- utilización de la memoria, 12-23
- funciones cuadradas, 4-2
- funciones de cambio de porcentaje, 4-6
- funciones de conversión, 4-8
- funciones de porcentajes, 4-6
- funciones de potencias, 1-14
- funciones de raíces, 4-2
- funciones exponenciales, 1-14, 4-2, 9-3
- funciones hiperbólicas, 4-6
- funciones hiperbólicas inversas, 4-6
- funciones inversas, 9-3
- funciones logarítmicas, 4-2, 9-3
- funciones potenciales, 4-2, 9-4
- funciones trigonométricas, 4-4, 9-3
- funciones trigonométricas inversas, 4-4
- función factorial, 4-13
- función gamma, 4-13
- función inversa, 1-15
- función LASTx, 2-9

G

- garantía, A-6
- generador de números primos, 17-7
- grados
 - conversión a radianes, 4-12

- grados centesimales (unidades angulares), 4-3
- grados decimales (unidades de ángulos), A-2
- grados sexagesimales
 - unidades angulares, 4-3
 - unidades de ángulos, A-2

GTO

- encuentra etiquetas de programa, 12-11, 12-23
- encuentra las etiquetas de programa, 13-6
- encuentra las líneas de programa, 13-6
- encuentra líneas de programa, 12-21, 12-23
- encuentra PRGM TOP, 12-6, 12-22, 13-6
- GTO, 13-5, 13-17

I

- i, 3-9, 13-20
- (i), 3-9, 13-20, 13-21, 13-25
- incertidumbre (integración), 8-2, 8-6, 8-7
- indicación
 - indicadores, 13-12
- indicador
 - muestra de dígitos ocultos, 6-18
- indicador **A..Z** , 3-2, 6-6
- indicador **BIN** , 10-1
- indicador de energía, 1-1
- indicador de potencia, A-3
- indicador **EQN**
 - en el modo de programas, 12-6
 - en la lista de ecuaciones, 6-5, 6-9
- indicadores
 - afecta a la pila, 6-18

- afectan a la pila, 12-13
- alfabético, 1-2
- borrado, 1-3, 6-18, 12-15, 13-12
- cálculo de ecuaciones, 13-11
- desbordamiento, 13-9
- descripciones, 1-9
- ecuaciones, 6-17
- ecuaciones programadas, 13-11
- estado por defecto, 13-9
- fijado, 13-12
- indicación, 13-12
- INPUT, 12-13, 12-15
- lista de, 1-10
- muestra de dígitos ocultos, 12-15
- no asignados, 13-9
- operaciones, 13-12
- pila, 1-1, A-3
- pila descargada, 1-1
- pilas descargadas, A-3
- presentación de fracciones, 5-7, 13-10
- prueba, 13-9, 13-13
- respuesta a, 6-17, 12-15
- significado, 13-9
- solicitud de ecuaciones, 13-11
- teclas de cambio, 1-2
- indicador **HEX** , 10-1
- indicador **OCT** , 10-1
- INPUT
 - en programas de integración, 14-9
 - en programas SOLVE, 14-2
 - introducción de datos del programa, 12-13
 - muestra de dígitos ocultos, 12-15
 - respuesta a, 12-15
 - solicitud invariable, 13-11

- integración
 - cálculo de programas, 14-8
 - en programas, 14-10
 - exactitud, 8-2, 8-6, 8-7
 - formato de presentación, 8-2, 8-6, 8-8
 - incertidumbre del resultado, 8-2, 8-6, 8-7
 - interrupción, 8-2, 14-8, A-5
 - límites de, 8-2, 14-8
 - modo de base, 12-27, 14-12
 - propósito, 8-1
 - reanudación, 14-8
 - restricciones, 14-11
 - resultados en la pila, 8-2, 8-7
 - tiempo necesario, 8-6
 - uso de memoria, 8-2, A-4, A-5
 - utilización, 8-2
 - utilización de la memoria, 12-23
 - variable de, 8-2
- interceptación (ajuste de curvas), 16-1
- intereses (finanzas), 17-3
- intersección (ajuste de curva), 11-10
- inversión de matriz, 15-14
- ISG, 13-18
- iteración, 13-16, 13-18

L

- límites de humedad para la calculadora, A-2
- límites de integración, 8-2, 14-8
- lista de ecuaciones
 - edición, 6-11
 - en modo de Ecuaciones, 6-4
 - incorporación, 6-5
 - indicador **EQN**, 6-5
 - muestra, 6-9

resumen de operaciones, 6-4
Lukasiewicz, 2-1

M

mantisa, 1-13, 1-20
marca de base, 1-18
matemáticas
 cálculos en cadena, 2-13
 funcionamiento de la pila,
 2-5, 9-2
 números complejos, 9-1, 9-4
 números reales, 4-1
 orden de cálculo, 2-16
 procedimiento general, 1-15
 resultados intermedios, 2-13
máximo de función, A-12
medias (estadística)
 cálculo, 11-5
 distribución normal, 16-13
medias ponderadas, 11-5

MEM

 catálogo de programa, 12-23
 catálogo de programas, 1-24
 catálogo de variables, 1-24,
 3-4
 revisión de la memoria, 1-24
memoria
 borrado, 1-4, 1-25, A-1, A-4,
 A-3, A-6
 borrado de programas, 1-24,
 12-6, 12-24
 borrado de registros de
 estadísticas, 11-2, 11-15
 borrado de variables, 1-24,
 3-5
 borrado ecuaciones, 6-11
 cantidad disponible, 1-24,
 A-4
 contenido, 1-24
 ecuaciones, A-4
 llena, A-2

 mantenimiento estando
 apagada, 1-1
 pila, 2-1
 programas, 12-22, 12-23, A-5
 recuperación, A-5
 registros de estadísticas, 11-15
 tamaño, 1-24, A-3
 uso, A-3, A-4
 uso de la integración, 8-2
 utilización, 12-23
 variables, 3-5
Memoria continua, 1-1
MEMORY CLEAR, A-4, A-6
MEMORY FULL, A-3
mensajes
 borrado, 1-3, 1-23
 en ecuaciones, 12-16
 muestra, 12-16, 12-19
 respuesta a los, 1-23
menú BASE, 10-1
menú de BORRADO, 1-4
menú de desviaciones estándar,
 11-7, 11-8
menú de medias, 11-5
menú de regresión lineal, 11-9
menú DISP, 1-18
menú FLAGS, 13-12
menú MODES
 ajuste de base, 1-18
 modo angular, 4-4
menú PARTS, 4-16
menú PROB, 4-13
menús
 ejemplo de utilización, 1-7
 funcionamiento general, 1-5
 lista de, 1-6
 salida, 1-3, 1-8
menús de estadísticas, 11-1,
 11-5
menús de prueba, 13-7
método de Horner, 12-27

- mínimo de función, A-12
 - modo angular, 4-3, A-2, A-7
 - modo de base
 - definición, 12-26, 14-12
 - ecuaciones, 6-6, 6-14, 12-27
 - fracciones, 5-2
 - por defecto, A-7
 - programación, 12-26
 - Modo de ecuación
 - retroceso, 1-3
 - salida, 1-3
 - modo de ecuaciones
 - durante la entrada de programas, 12-6
 - modo de Ecuaciones
 - comienzo, 6-4, 6-9
 - muestra la lista de ecuaciones, 6-4
 - retroceso, 6-10
 - salida, 6-4
 - Modo de entrada de programa, 1-3
 - modo de entrada de programas, 12-6
 - modo de presentación de fracciones
 - definición, A-2
 - modo de presentación de Fracciones
 - afecta a VIEW, 12-15
 - Modo de presentación de fracciones
 - afecta al redondeo, 5-9
 - definición, 1-22, 5-1
 - visualización de dígitos ocultos, 3-4
- N**
- números
 - almacenamiento, 3-2
 - amplitud de, 10-6
 - bases, 10-1, 12-27
 - borrado, 1-3, 1-4, 1-12, 1-15
 - cambio del signo de, 9-3
 - cambio del signo de los, 1-12, 1-15
 - complejos, 9-1
 - edición, 1-3, 1-12, 1-15
 - E en, A-2
 - E en los, 1-12, 1-13
 - encontrar partes de, 4-16
 - en ecuaciones, 6-6
 - en programas, 12-6
 - formato de presentación, 1-18, 10-5
 - fracciones en, 5-1
 - fracciones en los, 1-21
 - gama de, 1-15
 - grandes y pequeños, 1-12, 1-15
 - intercambio, 2-4
 - limitaciones, 1-12
 - lugares decimales, 1-18
 - mantisa, 1-13
 - mostrar todos los dígitos, 1-20
 - muestra de todos los dígitos, 10-8
 - negativos, 1-12, 9-3, 10-5
 - operaciones aritméticas, 1-15
 - orden en los cálculos, 1-17
 - precisión, 1-18, D-1
 - primos, 17-7
 - puntos y comas en, A-1
 - puntos y comas en los, 1-18
 - reales, 4-1, 8-1
 - recuperación, 3-2
 - redondeo, 4-16
 - representación interna, 1-18, 10-5
 - reutilización, 2-6, 2-11
 - teclado, 1-12, 1-14, 10-1

- truncado, 10-5
- uso de memoria, A-4
- utilización de la memoria, 12-23
- números aleatorios, 4-14, A-7
- números binarios
 - amplitud de, 10-6
 - aritmética, 10-3
 - conversión a, 10-1
 - desplazamiento, 10-7
 - teclado, 10-1
 - ver todos los dígitos, 10-7
 - visualización de todos los dígitos, 3-4
- números complejos
 - en la pila, 9-2
 - introducción, 9-1
 - operaciones, 9-1, 9-3
 - raíces polinómicas, 15-23
 - sistemas de coordenadas, 9-6
 - visualización, 9-2
- números hex
 - amplitud de, 10-6
 - aritmética, 10-3
 - conversión a, 10-1
 - teclado, 10-1
- números negativos, 1-12, 9-3, 10-5
- números octales
 - amplitud de, 10-6
 - aritmética, 10-3
 - conversión a, 10-1
 - teclado, 10-1
- números reales
 - integración con, 8-1
 - operaciones, 4-1
 - SOLVE con, 14-2

O

- OFF**, 1-1

P

- π , 4-3, A-2
- pagos (finanzas), 17-1
- pantalla
 - ajuste de contraste, 1-1
 - indicadores, 1-9
 - nombres de funciones en, 4-16
 - registro X mostrado, 2-2
- paréntesis
 - en aritmética, 2-13
 - en ecuaciones, 6-7, 6-19
 - utilización de la memoria, 12-23
- parte imaginaria (números complejos), 9-1, 9-2
- parte real (números complejos), 9-1, 9-2
- pendiente (ajuste de curva), 11-10
- pendiente (ajuste de curvas), 16-1
- permutaciones, 4-14
- pila
 - afectada por los indicadores, 6-18, 12-13
 - cálculos de programa, 12-14
 - cálculos en cadena, 2-13
 - desplazamiento, 2-3
 - distinta a las variables, 3-2
 - efecto de **ENTER**, 2-6
 - entrada de programas, 12-12
 - funcionamiento, 2-1, 2-5, 9-2
 - intercambio con variables, 3-8
 - intercambio de X e Y, 2-4
 - límite de tamaño, 2-4, 9-2
 - llenar con una constante, 2-7
 - no afectada por VIEW, 12-15
 - números complejos, 9-2
 - propósito, 2-2

- registros, 2-2
- revisión, 2-3
- salida de programa, 12-13
- utilización de ecuaciones, 6-14
- pilas, 1-1, A-3
- polinómicas, 12-27, 15-23
- polos de funciones, A-8
- precedencia (operadores de ecuaciones), 6-19
- precisión (números), 1-18, 1-20, D-1
- preguntas, A-1
- prestamista (finanzas), 17-1
- prestatario (finanzas), 17-1
- PRGM TOP, 12-4, 12-6, 12-22
- probabilidad
 - distribución normal, 16-13
 - funciones, 4-13
- producto escalar, 15-1
- producto vectorial, 15-1
- programas
 - avance paso a paso, 12-10
 - bifurcación, 13-2, 13-5, 13-6, 13-16
 - borrado, 12-6, 12-24
 - borrado de ecuaciones, 12-7, 12-21
 - borrado de líneas, 12-21
 - borrado de todos, 12-6, 12-24
 - cálculo de ecuaciones, 13-11
 - cálculos en, 12-14
 - catálogo de, 1-24, 12-23
 - comprobación, 12-10
 - contador de iteración, 13-18
 - contador de iteraciones, 13-18
 - creación, 12-3, 13-1
 - desplazamiento en, 12-11
 - direccionamiento indirecto, 13-20, 13-21, 13-22
 - ecuaciones en, 12-4, 12-6
 - edición, 1-3, 12-7, 12-21
 - edición de ecuaciones, 12-7, 12-22
 - ejecución, 12-10, 12-23
 - entrada de datos, 12-5, 12-12, 12-13
 - errores en, 12-20
 - fracciones con, 5-11, 12-15, 13-10
 - funciones no admitidas, 12-26
 - indicadores, 13-9, 13-12
 - inserción de líneas, 12-6, 12-21
 - interrupción, 12-15, 12-17, 12-20
 - introducción, 12-5
 - iteración, 13-16, 13-18
 - llamada de rutinas, 13-2, 13-3
 - longitudes, 12-23, 12-24, 12-25, A-5
 - mensajes en, 12-16, 12-19
 - modo de base, 12-26
 - números de línea, 12-3, 12-21, 12-23
 - números en, 12-6
 - operaciones RPN, 12-4
 - para la integración, 14-8
 - para SOLVE, 14-1, A-3
 - pausa, 12-20
 - propósito, 12-1
 - pruebas condicionales, 13-6, 13-7, 13-9, 13-13, 13-17, 14-7
 - pruebas de comparación, 13-7
 - recuperación, 12-16
 - retorno al final, 12-4
 - rutinas, 13-1
 - salida de datos, 12-5, 12-13, 12-15, 12-19
 - sin interrupción, 12-19

- solicitud de datos, 12-13
- solicitud de ecuaciones, 13-11
- sumas de verificación, A-5
- supresión, 1-24
- supresión de todos, 1-4
- técnicas, 13-1
- uso de memoria, A-4
- utilización de la integración, 14-10
- utilización de la memoria, 12-23
- utilización de SOLVE, 14-6
- variables en, 12-12, 14-1, 14-8
- verificaciones, 12-24, 12-25
- ver números largos, 12-6
- pruebas condicionales, 13-6, 13-7, 13-9, 13-13, 13-17, 14-7
- pruebas de comparación, 13-7
- PSE
 - evitar la interrupción de programas, 12-19, 13-11
 - pausa de programas, 12-13, 12-20
 - pausa en los programas, 14-10
- puntero de programa, 12-6, 12-11, 12-20, 12-22, A-7
- punto decimal, 1-18, A-1
- puntos (en los números), 1-18, A-1

R

$R\downarrow$ y $R\uparrow$, 2-3

radianes

- conversión a grados, 4-12
- unidades angulares, 4-3
- unidades de ángulos, A-2

raíces

- comprobación, A-5
- cuadráticas, 15-23
- de ecuaciones, 7-1

- de programas, 14-1
- en programas, 14-6
- múltiples, 7-8
- no encontradas, 7-7, A-12
- polinómicas, 15-23
- verificación, 7-7
- RCL, 3-2, 12-14
- redondeo
 - estadística, 11-13
 - fracciones, 5-5, 5-9, 12-19
 - funciones trigonométricas, 4-4
 - integración, 8-6
 - números, 4-16
 - SOLVE, D-1
- registro LAST X, 2-9, C-1
- registros de estadísticas
 - acceso, 11-16
 - borrado, 11-2, 11-15
 - con sumas, 11-1, 11-14, 11-16
 - corrección de datos, 11-3
 - inicialización, 11-2
 - memoria, 11-15
 - utilización de la memoria, 12-23
 - visualización, 11-14
- registros estadísticos
 - borrado, 1-4
 - no fracciones, 5-2
 - uso de memoria, A-4
- registro T, 2-5, 2-7
- registro X
 - afectado por los indicadores, 6-18
 - aritmética con variables, 3-5
 - borrado, 1-4, 2-2, 2-7
 - borrado en programas, 12-7
 - durante la pausa de programa, 12-20
 - intercambio con variables, 3-8

- intercambio con Y, 2-4
- mostrado, 2-2
- no afectado por VIEW, 12-15
- no borrar, 2-5
- parte de la pila, 2-2
- prueba, 13-7
- regresión ajustada, 11-9
- regresión (lineal), 11-9, 16-1
- regresión lineal (estimación), 11-9, 16-1
- respuestas a preguntas, A-1
- restauración de la calculadora, A-4, A-5
- resultados intermedios, 2-13
- rótulos de programa
 - teclear nombre, 1-2
- RPN
 - comparada a las ecuaciones, 12-4
 - comparado a ecuaciones, 6-20
 - en programas, 12-4
 - orígenes, 2-1
- R/S**
 - ejecución de programas, 12-23
 - fin de indicadores, 6-14, 7-2, 12-15
 - fin de solicitud, 6-17
 - interrupción de la integración, 8-2, 14-8
 - interrupción de programas, 12-20
 - interrupción de SOLVE, 7-8, 14-1
 - reanudación de programas, 12-17
 - reanudar programas, 12-20
 - recuperación de programas, 12-16
- rutinas
 - anidado, 13-3, 14-12
 - llamada, 13-2

- partes de programas, 13-1
- rutinas anidadas, 13-3, 14-12

S

- saldo (finanzas), 17-1
- saldo futuro (finanzas), 17-1
- SCRL**, 6-9, 12-7
- semilla (número aleatorio), 4-14
- señaladores
 - estados por defecto, A-7
- Señora Galán, 11-9
- seno (trig), 4-4, 9-3
- seno (trigonometría), A-2
- servicios, A-8
- servicios de reparación, A-8
- SHOW**
 - dígitos de fracciones, 3-4
 - dígitos de la fracción, 5-5
 - dígitos del indicador, 6-18, 10-8
 - dígitos del número, 1-20
 - dígitos de números, 12-6
 - dígitos de variable, 12-16
 - dígitos de variables, 3-3, 3-4, 10-8
 - dígitos ocultos, 12-15
 - longitudes de ecuaciones, 6-24, A-4
 - longitudes de programas, 12-25, A-5
 - sumas de verificación de programas, A-5
 - verificaciones de ecuaciones, 6-24, A-4
 - verificaciones de programas, 12-24, 12-25
- signo (de los números), 1-12, 1-15, 10-5
- signo (de números), 9-3
- sintaxis
 - ecuaciones), 6-24

sintaxis (ecuaciones), 6-18,
 12-16
 solicitudes
 ecuaciones programadas,
 14-2, 14-9
 INPUT, 14-2, 14-9
 SOLVE
 asíntotas, A-12
 cálculo de ecuaciones, 7-1,
 7-6
 cálculo de programas, 14-1
 comprobación de resultados,
 A-5
 discontinuidad, A-8
 en programas, 14-6
 estimaciones iniciales, 7-2,
 7-7, 7-8, 7-11, 14-6
 funcionamiento, 7-6, A-3
 interrupción, 7-2, 7-8, A-5
 mínimo o máximo, A-12
 modo de base, 12-27, 14-12
 no se encuentra la raíz, A-12
 números reales, 14-2
 polo, A-8
 propósito, 7-1
 raíces múltiples, 7-8
 raíz no encontrada, 7-7, 14-7
 reanudación, 14-1
 redondeo, D-1
 regiones planas, A-12
 resultados en la pila, 7-2,
 7-7, A-6
 sin restricciones, 14-11
 subdesbordamiento, D-1
 uso de memoria, A-4, A-5
 utilización, 7-2
 utilización de la memoria,
 12-23
 verificación de resultados,
 7-7
SPACE, 6-7, 6-20

STO, 3-2, 12-12
 STOP, 12-20
 subdesbordamiento, D-1

T
 tangente (trig), 4-4, 9-3
 tangente (trigonometría), A-2
 tecla de retroceso
 borrado de líneas de programa,
 12-21
 borrado del registro X, 2-2,
 2-8
 borrado de mensajes, 1-3
 cancelación de VIEW, 3-4
 comienza la edición, 12-7
 comienzo de edición, 12-22
 comienzo de la edición, 6-11
 entrada de ecuaciones, 1-3,
 6-10
 entrada de programas, 12-7
 operación, 1-3
 salida de menús, 1-3, 1-8
 teclas
 acciones de la fila superior,
 12-7
 alfabéticas, 1-2
 de cambio, 1-2
 funciones de la fila superior,
 6-9
 letras, 1-2
 teclas de cambio, 1-2
 teclas de letras, 1-2
 teclas de menú, 1-5
 temperaturas
 conversión de unidades, 4-12
 límites para la calculadora,
 A-2
 transformación de coordenadas,
 15-36
 TVM, 17-1

V

valor absoluto (números reales),
4-16
valor /c, 5-6
valor del dinero en función del
tiempo, 17-1
variables
almacenamiento, 3-2
almacenamiento de números,
3-1
almacenamiento desde la
ecuación, 6-15
borrado, 1-24, 3-5
borrado de todas las, 3-5
borrado de todo, 1-4
borrado mientras se visualizan,
12-16
catálogo de, 1-24, 3-4
de integración, 8-2, 14-8
direccionamiento indirecto,
13-20, 13-21
distintas a la pila, 3-2
en aritmética, 3-5
encontrar el valor, A-3
en ecuaciones, 6-6, 7-1
en programas, 12-12, 14-1,
14-8
entrada de programas, 12-13
intercambio con X, 3-8
muestra de todos los dígitos,
10-8, 12-16
nombres, 3-1
polinómicas, 12-27
por defecto, A-7
recuperación, 3-2, 3-4
resolución de, 7-2, 14-1, 14-6
salida de programa, 12-15,
12-19

teclear nombre, 1-2
uso de memoria, A-4
utilización de la memoria,
12-23
visualización, 3-3, 12-15,
12-19
visualización de todos los
dígitos, 3-3, 3-4
variables de estadísticas
sumatorias, 11-14

vectores
conversión de coordenadas,
4-10, 9-7, 15-1
operaciones, 15-1
programa de aplicaciones,
15-1
ventanas (números binarios),
10-7

verificaciones
ecuaciones, 6-24, 12-7, 12-25
programas, 12-24, 12-25

VIEW

interrupción de programas,
12-15
muestra de datos del
programa, 14-7
muestra de variables, 10-8
no afecta a la pila, 12-15
visualización de datos del
programa, 12-15, 12-19
visualización de variables,
3-3

X

XEQ

cálculo de ecuaciones, 6-13,
6-16
ejecución de programas,
12-10, 12-23



Hewlett-Packard de México S. A. de C. V.
Montemorelos No. 299, Fracc. Loma Bonita
Guadalajara, Jalisco, México. 45060

Valido solo en México

Póliza de Garantía

Hewlett-Packard de México, S. A. de C. V. con domicilio en:

México, D.F.

Prolongación Reforma No. 470

Col. Lomas de Sta. Fe, 01210

Delegación Alvaro Obregón

Tel. 326 46 00

Garantiza este producto por el término de doce meses en todas sus partes y mano de obra contra cualquier defecto de fabricación y funcionamiento a partir de la fecha de entrega al consumidor final. En el caso de productos que requieran de enseñanza o adiestramiento en su manejo o en su instalación, a partir de la fecha en que hubiese quedado operando normalmente el producto después de su instalación en el domicilio que señale el consumidor.

CONDICIONES :

1. Centros de Servicio, Refacciones y Partes:

Para hacer efectiva esta garantía, no podrán exigirse mayores requisitos que la presentación de esta póliza junta con el producto en el lugar donde fue adquirido o en cualquiera de los centros de servicio, mismos en los que se pueden adquirir refacciones y partes.

2. Cobertura:

La Empresa se compromete a reparar o cambiar el producto, así como las piezas y componentes defectuosos del mismo, sin ningún cargo para el consumidor. Los gastos de transportación que se deriven de su cumplimiento serán cubiertos por Hewlett-Packard de México, S. A. de C. V.

3. Tiempo de Reparación:

El tiempo de reparación en ningún caso será mayor a treinta días contados a partir de la recepción del producto en cualquiera de los sitios en donde pueda hacerse efectiva la garantía.

4. Limitaciones:

Esta garantía no es válida en los siguientes casos:

- a. Cuando el producto ha sido utilizado en condiciones distintas a las normales.
- b. Cuando el producto no ha sido operado de acuerdo con el instructivo de uso en idioma Español proporcionado.
- c. Cuando el producto ha sido alterado o reparado por personas no autorizadas por Hewlett-Packard de México, S.A. de C. V.

| | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------|--|----------|--|
| Producto | | Marca | | Modelo | |
| No de Serie | | Nombre del Distribuidor | | | |
| Dirección (Calle, Número, Colonia o Poblado, Delegación o Municipio) | | | | | |
| CP | Ciudad. | Estado | | Teléfono | |
| Fecha de entrega o instalación | | | | | |

Notas:

El consumidor podrá solicitar que se haga efectiva la garantía ante la propia casa comercial donde adquirió el producto. En caso de que la presente garantía se extraviara, el consumidor puede recurrir a su factura de compra a cualquiera de los centros autorizados de servicio, para hacer válida su garantía.

Contacto con Hewlett-Packard

Para más información sobre cómo utilizar la calculadora. Si tiene alguna duda sobre cómo utilizar la calculadora, examine primero el índice general, el índice por temas y la sección "Respuestas a preguntas comunes" del apéndice A. Si no puede encontrar la respuesta en el manual, puede ponerse en contacto con el Departamento de Asistencia Técnica:

**Hewlett-Packard
Calculator Support
1000 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, EE.UU.
(503) 757-2004
8:00 a.m. a 3:00 p.m. Hora del meridiano 120
De lunes a viernes**

Para el servicio de reparaciones. Si la calculadora no funciona correctamente, consulte el apéndice A y siga las instrucciones para conocer el diagnóstico y lea las instrucciones relativas al servicio de reparaciones. Si se encuentra en los Estados Unidos y necesita mandar la calculadora al servicio de reparaciones, envíenla al Centro de Servicio de Reparaciones de Corvallis:

**Hewlett-Packard
Calculator Service Center
1030 N.E. Circle Blvd.
Corvallis, OR 97330, U.S.A.
(503) 757-2002**

Si no se encuentra en los Estados Unidos, siga las instrucciones del apéndice A y pregunte por el centro de reparaciones más cercano.

Contenido

Parte 1: Operaciones básicas

- 1: Cómo comenzar a utilizar la calculadora HP- 32SII
- 2: Pila de memoria automática
- 3: Cómo almacenar datos en las variables
- 4: Funciones con números reales
- 5: Fracciones
- 6: Cómo introducir y calcular las ecuaciones
- 7: Cómo resolver las ecuaciones
- 8: Cómo integrar las ecuaciones
- 9: Operaciones con números complejos
- 10: Conversiones de base y aritmética
- 11: Operaciones estadísticas

Parte 2: Programación

- 12: Programación sencilla
- 13: Técnicas de programación
- 14: Cómo resolver e integrar programas
- 15: Programas de matemáticas
- 16: Programas de estadísticas
- 17: Programas y ecuaciones varias

Parte 3: Apéndices y consultas

- A: Asistencia técnica, pilas y servicio de reparaciones
- B: Memoria de usuario y la pila
- C: Información adicional sobre la resolución de ecuaciones
- D: Información adicional sobre la integración
- E: Mensajes
- F: Índice de funciones
- Índice

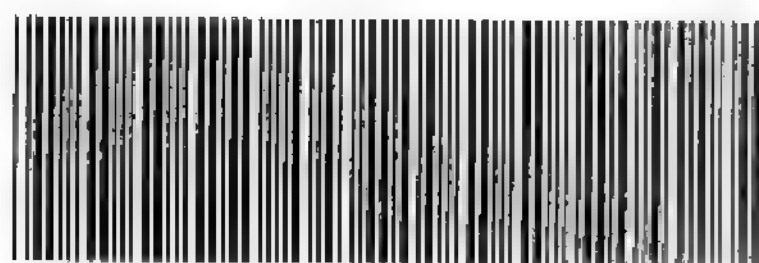


Número de pedido 00032-90072

Edición 1

Español

Impreso en Alemania 04/98



00032-90072


Parte 1







Operaciones Básicas


Cómo comenzar a utilizar la calculadora HP-32SII

Notas preliminares importantes




Cómo encender y apagar la calculadora

Para encender la calculadora, pulse . Debajo de la tecla aparece impresa la palabra ON.

Para apagar la calculadora, pulse  . Esto es, pulse y suelte la tecla de cambio  y a continuación pulse la tecla  (sobre la que está impresa en azul la palabra OFF). Puesto que la calculadora tiene *Memoria continua*, podrá apagarla sin que afecte a la información almacenada. (Para apagar la calculadora puede pulsar también la tecla  .





Para ahorrar energía, la calculadora se apaga automáticamente a los 10 minutos de haber dejado de utilizarla. Si en pantalla aparece el indicador de pila descargada () , sustituya las pilas lo antes posible. Para más información, consulte el apéndice A.





Cómo ajustar el contraste de la pantalla

El contraste de la pantalla depende de la luz ambiental, del ángulo de visualización y de la especificación de contraste. Para aumentar o disminuir el contraste, mantenga pulsada la tecla  y pulse  ó .

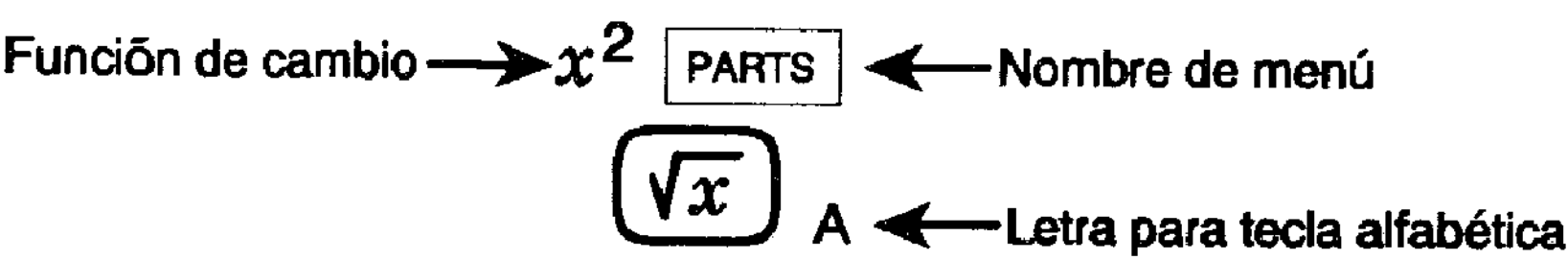
Características del teclado y de la pantalla

Teclas de cambio

Cada tecla tiene tres funciones: una impresa sobre la tecla, una función de cambio izquierda (naranja) y una función de cambio derecha (azul). Los nombres de las funciones *de cambio* aparecen impresos en naranja y en azul encima de cada tecla. Pulse la tecla de cambio apropiada ( o ) antes de pulsar la tecla de la función deseada. Por ejemplo, para apagar la calculadora, pulse y suelte la tecla de cambio  y a continuación pulse .

Al pulsar  o  se enciende el símbolo *indicador*  o  correspondiente en la parte superior de la pantalla. El indicador permanecerá encendido hasta que pulse la tecla siguiente. Para cancelar una tecla de cambio (y apagar el indicador), pulse nuevamente la misma tecla de cambio.

Teclas alfabéticas









La mayoría de las letras tiene impresa al lado una letra, como se indica arriba. Siempre que necesite teclear una letra (por ejemplo, una variable o un *rótulo* de programa), en pantalla aparecerá el indicador **A..Z** para indicar que las teclas alfabéticas están “activadas”. Las variables se explican en el capítulo 3 y los rótulos en el capítulo 6.


Retroceso y borrado

Una de las primeras cosas que debe conocer es cómo *borrar*: cómo corregir números, borrar la pantalla y volver a comenzar.

Teclas de borrado

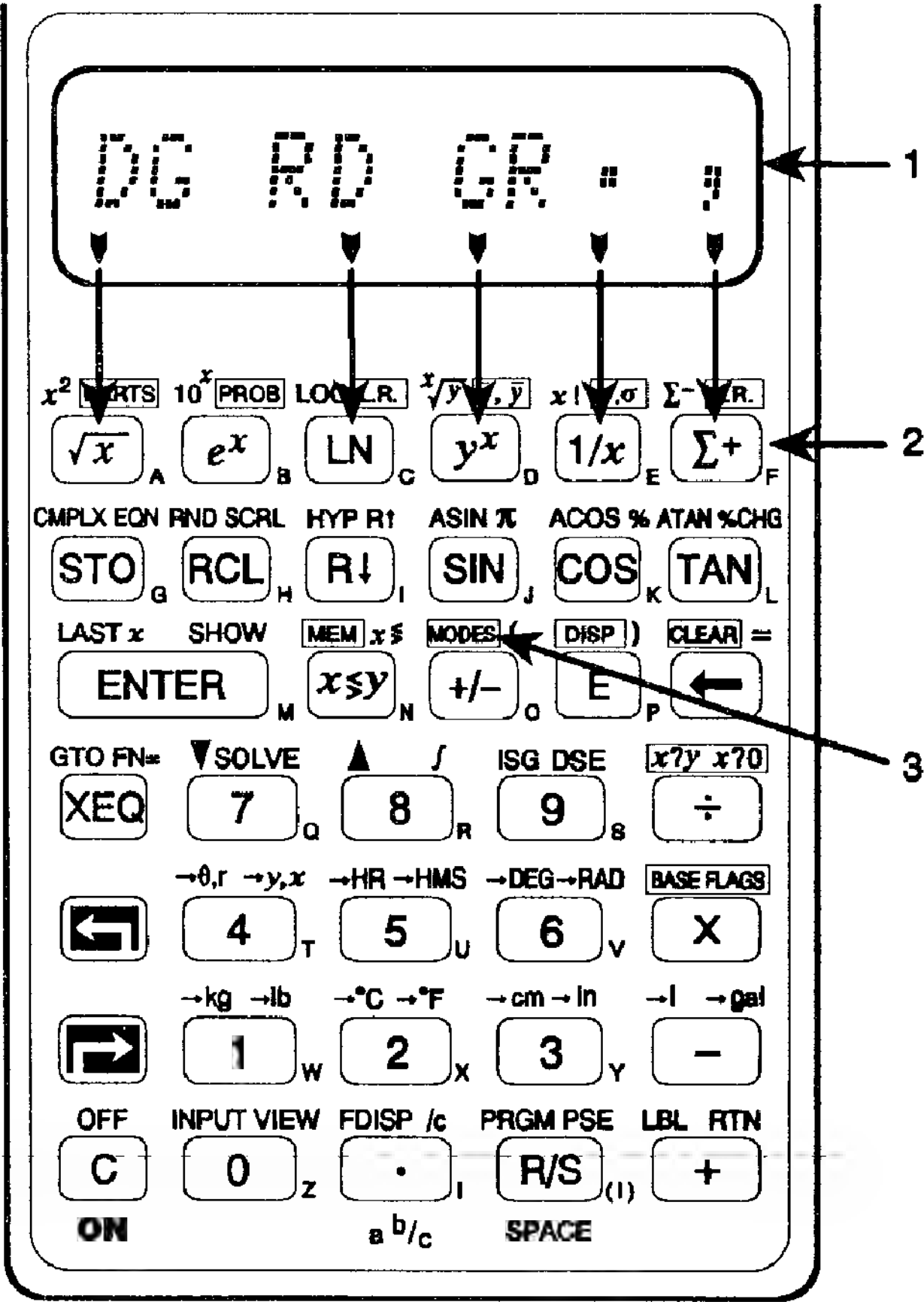
| Tecla | Descripción |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><i>Retroceso.</i></p> <ul style="list-style-type: none">■ Modo de entrada al teclado: Borra el carácter que se encuentra inmediatamente a la izquierda del cursor para la introducción de dígitos “_” o sale del menú actual. (Los menús se describen en “Cómo utilizar los menús” en la página 00). En el caso de un número completo (sin cursor),  borra <i>todo</i> el número.■ Modo de entrada de ecuaciones: Borra el carácter inmediatamente a la izquierda de “■” (cursor para la entrada a ecuaciones). Si un <i>número</i> de la ecuación es un número completo,  borra todo el número. Si el número no está completo,  borra el carácter inmediatamente a la izquierda de “_” (el cursor para la introducción de dígitos). “_” vuelve a “■” cuando se ha completado la introducción de números. <p> borra también los mensajes de error y suprime la línea de programa en curso durante la entrada al programa.</p> |
|  | <p><i>Borrar o Cancelar.</i></p> <p>Borra el número mostrado igualándolo a cero o <i>cancela</i> la situación actual (como un menú, un mensaje, un indicador, un catálogo o modo de entrada de ecuación o de programa).</p> |

Teclas de borrado (continuación)

| Tecla | Descripción |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  CLEAR | <p><i>El menú de BORRADO ({x} {VARS} {ALL} {Σ})</i></p> <p>Contiene las opciones para borrar x, (el número del registro X), todas las variables, toda la memoria o todos los datos estadísticos.</p> <p>Si selecciona {ALL}, aparece un menú nuevo (CLR ALL? {Y} {N}) para que pueda confirmar su decisión antes de borrar todo el contenido de la memoria.</p> <p>Durante la entrada al programa, {ALL} se sustituye por {PGM}. Si selecciona {PGM}, aparece un menú nuevo (CL PGM? {Y} {N}) para que pueda confirmar su decisión antes de borrar todos los programas.</p> <p>Durante la entrada de ecuaciones (tanto ecuaciones del teclado como ecuaciones en la línea de programa), aparece el menú CLR EQN? {Y} {N} para que pueda confirmar su decisión antes de borrar la ecuación.</p> <p>Si está visualizando una ecuación completa, ésta se suprimirá sin ninguna confirmación.</p> |

Cómo utilizar los menús

Existen muchas más prestaciones en la calculadora HP 32SII de las que se pueden ver en el teclado. Esto se debe a que 12 de las teclas (con el nombre de la función de cambio impresa en fondo oscuro encima de las mismas) son teclas de *menú*. En total existen 14 menús, que proporcionan muchas funciones o más opciones para otras funciones. Al pulsar la tecla de menú (de cambio) se presenta un *menú* en pantalla con una serie de opciones.




- 1. Opciones de menú.
- 2. Teclas correspondientes a las opciones de menú.
- 3. Teclas de menú.

Menús de la HP 32SII

| Nombre Menú | Descripción Menú | Capítulo |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| | Funciones numéricas | |
| PARTS | IP FP ABS Funciones de alteración numérica: parte entera, parte fraccionaria y valor absoluto. | 4 |
| PROB | Cn,r Pn,r SD R Funciones de probabilidad: combinaciones, permutaciones, semilla y número aleatorio. | 4 |
| L.R. | \hat{z} \hat{r} m b Regresión lineal: ajuste de curva y estimación lineal. | 11 |
| \bar{x}, \bar{y} | \bar{x} \bar{y} $\bar{x}w$ Media aritmética de valores x e y estadísticos; media ponderada de valores x estadísticos. | 11 |
| s, σ | s_x s_y σ_x σ_y Desviación estándar de muestra, desviación estándar de población. | 11 |
| SUMS | Σx Σy Σx^2 Σy^2 Σxy Sumas de datos estadísticos. | 11 |
| BASE | DEC HEX OC BN Conversiones de base (decimal, hexadecimal, octal y binaria). | 11 |
| | Instrucciones de programación | |
| FLAGS | SF CF FS? Funciones para establecer, borrar y probar indicadores. | 13 |
| $x?y$ | \neq \leq $<$ $>$ \geq $=$ Pruebas de comparación de los registros X e Y. | 13 |
| $x?0$ | \neq \leq $<$ $>$ \geq $=$ Pruebas de comparación del registro X y cero. | 13 |





Menús de la HP 32SII (continuación)

| Nombre Menú | Descripción Menú | Capítulo |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| | Otras funciones | |
| MEM | nnn.n VAR PGM Estado de la memoria (bytes de memoria disponible); catálogo de variables; catálogo de programas (rótulos de programas). | 1, 3, 12 |
| MODES | DG RD GR . , Modos angulares y convención de base “.” o “,” (signo decimal). | 4, 1 |
| DISP | FX SC EN ALL Formatos de presentación: decimal fijo, científico, técnico y ALL. | 1 |
| CLEAR | Funciones para borrar distintas partes de la memoria — consulte  CLEAR en la tabla de la página 1-4. | 1, 3, 6, 12 |

En el siguiente ejemplo se indica cómo utilizar una función de menú:

Ejemplo:

¿Cuántas permutaciones (n disposiciones distintas) son posibles a partir de 28 elementos si se toman cuatro (r) a la vez?




| Tecclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| 28  4 | 4_ | Muestra r . |
|   | Cn,r Pn,r SD R | Muestra el menú de probabilidad. |
| {Pn,r} () | 491,400.0000 | Muestra el resultado. |



Repita el ejemplo a partir de 28 elementos tomando 2 a la vez.
(Resultado = 756).

Los menús le ayudan a ejecutar muchas funciones a las que puede llegar mediante las opciones de menú. No es necesario que recuerde los nombres de las funciones que le ofrece la calculadora, ni que busque entre los nombres impresos en el teclado.




Cómo salir de los menús

Siempre que ejecute una función de menú, el menú desaparecerá automáticamente, como en el ejemplo anterior. Si quiere salir de un menú *sin* ejecutar una función, tiene tres opciones:

- Al pulsar  volverá al menú CLEAR o MEM de segundo nivel, paso a paso. Consulte  **CLEAR** en la tabla de la página 1-4.
- Al pulsar  o **C** se cancela cualquier otro menú.

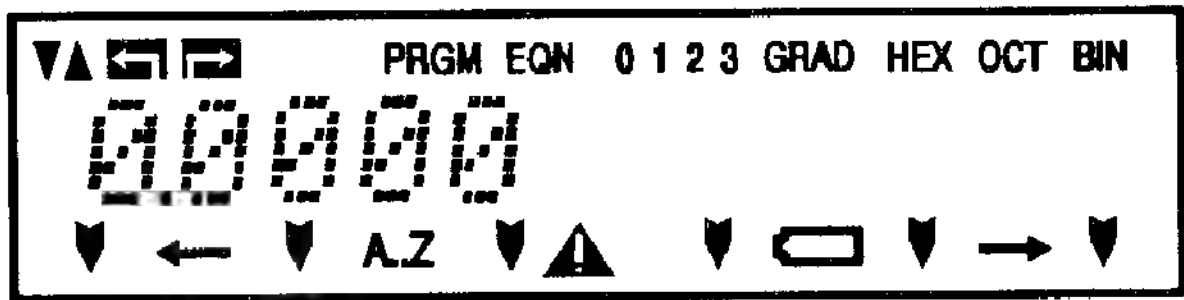
| Teclas: | Pantalla: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 123 | 123_ |
|  PROB | Cn,r Pn,r SD R |
|  o C | 123.0000 |

- Al pulsar otra tecla de menú se sustituye el menú anterior por el nuevo.









| Teclas: | Pantalla: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 123 | 123_ |
|  PROB | Cn,r Pn,r SD R |
|  CLEAR | Σ VARS ALL Σ |
|  | 123.0000 |

Indicadores


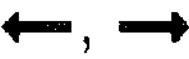







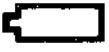
Los símbolos que aparecen en la parte superior e inferior de la pantalla, como los de la siguiente figura, se denominan *indicadores*. Cada uno tiene un significado especial cuando aparece en pantalla.



Indicadores de la HP 32SII

| Indicador | Significado | Capítulo |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| | Fila superior: | |
| ▼▲ | Las teclas   y   se activan para pasar de un elemento a otro de una lista. | 1, 6 |
| | Cuando esté en el modo de presentación de fracciones (pulse  ), se activará sólo una de las mitades “▼” o “▲” del indicador “▼▲” para indicar si el numerador mostrado es ligeramente inferior o superior a su <i>verdadero</i> valor. Si ninguna parte de “▼▲” está activada, significa que se está mostrando el valor <i>exacto</i> de la fracción. | 5 |
|  | El cambio a la izquierda está activado. | 1 |
|  | El cambio a la derecha está activado. | 1 |
| PRGM | El modo de entrada de programas está activado. | 12 |
| EQN | El modo de entrada de ecuaciones está activado, o bien la calculadora está determinando el valor numérico de una expresión o ejecutando una ecuación. | 6 |
| 0 1 2 3 | Indica los indicadores establecidos (los indicadores de 4 a 11 no tienen indicador). | 13 |
| RAD o GRAD | Fija el modo angular para radianes o grados. El modo DEG (por defecto) no tiene indicador. | 4 |
| HEX OCT BIN | Indica la base numérica activada. DEC (base 10, por defecto) no tiene indicador. | 10 |

Indicadores de la HP 32SII (continuación)

| Indicador | Significado | Capítulo |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|  | Fila inferior: Las teclas de la fila superior de la calculadora se vuelven a definir de acuerdo con los rótulos de menú mostrados encima de los punteros de menú. | 1 |
|  | Hay más dígitos hacia la izquierda o hacia la derecha. Utilice   para ver el resto de un número decimal; utilice las teclas de desplazamiento hacia la izquierda y hacia la derecha ( , ) para ver el resto de una ecuación o número binario. Ambos indicadores pueden aparecer en pantalla simultáneamente para indicar que existen más caracteres a la izquierda y a la derecha. Pulse cualquiera de las teclas de menú indicadas ( , ) para ver los caracteres iniciales o finales. | 1, 6 |
| A..Z | Las teclas alfabéticas están activadas. | 3 |
|  | Atención! Indica una condición especial o un error. | 1 |
|  | Las pilas están casi descargadas. | A |

Cómo introducir los números

Puede teclear un número que tenga hasta 12 dígitos, más un exponente de 3 hasta ± 499 dígitos. Si trata de introducir un número compuesto por más dígitos, se interrumpe la introducción de dígitos y aparece brevemente el indicador \blacktriangle .

Si comete un error al teclear un número, pulse $\left[\leftarrow \right]$ para retroceder y suprimir el último dígito, o bien pulse $\left[\text{C} \right]$ para borrar todo el número.

Números negativos

La tecla $\left[+/\text{--} \right]$ cambia el signo de un número.

- Para introducir un número negativo, teclee el número y a continuación pulse $\left[+/\text{--} \right]$.
- Para cambiar el signo de un número que se ha introducido previamente, pulse $\left[+/\text{--} \right]$. (Si el número tiene un exponente, la conversión con la tecla $\left[+/\text{--} \right]$ afectará sólo a la *mantisa* — es decir, a la parte *no* exponencial del número).

Exponentes de diez

Presentación en pantalla de los exponentes

Los números con exponentes de diez (tales como 4.2×10^{-5}) aparecen con una **E** antes del exponente (por ejemplo **4.2000E-5**).

Un número cuya magnitud sea demasiado grande o demasiado pequeña para el formato de presentación, se mostrará automáticamente con la forma exponencial.

Por ejemplo, en el formato **FIX 4** para cuatro posiciones decimales, observe el efecto de las siguientes pulsaciones:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| .000062 | 0.000062_ | Presenta el número introducido. |
| ENTER | 0.0001 | Redondea el número para que se ajuste al formato de pantalla. |
| .000042 ENTER | 4.2000E-5 | Utiliza automáticamente la notación científica porque, de lo contrario, no aparecería ningún dígito significativo. |

Cómo introducir exponentes de diez

Utilice **E** (*exponente*) para introducir números multiplicados por potencias de diez.

Por ejemplo, tome la constante de Planck, 6.6262×10^{-34} :

1. Teclee la *mantisa* (la parte *no* exponencial) del número. Si la mantisa es negativa, pulse **+/-** después de haber tecleado estos dígitos.

| Teclas: | Pantalla: |
|---------|-----------|
| 6.6262 | 6.6262_ |

2. Pulse **E**. Observe que el cursor se coloca detrás de la E:

| Teclas: | Pantalla: |
|----------|-----------|
| E | 6.6262E_ |

3. Teclee el exponente. (El mayor exponente posible es ± 499). Si el exponente es negativo, pulse **+/-** después de haber tecleado la E o después de haber tecleado el valor del exponente:

| Teclas: | Pantalla: |
|---------------|-------------|
| 34 +/- | 6.6262E-34_ |

Para una potencia de diez sin un multiplicador, como 10^{34} , pulse sólo **E** 34. La calculadora mostrará $1E34$.

Otras funciones exponenciales

Para calcular un exponente de diez (el antilogaritmo de base 10), utilice $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{10^x}$. Para calcular el resultado de *cualquier* número elevado a una potencia (exponente), utilice $\boxed{y^x}$ (vea el capítulo 4).

Cómo funciona la introducción de dígitos

Según teclee un número, podrá observar que el cursor (–) aparece en pantalla. El cursor indica la posición donde se introducirá el siguiente dígito; por lo tanto, indica que el número no está completo.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|
| 123 | 123– | Introducción de dígitos <i>no</i> terminada: el número no está completo. |

Si *ejecuta una función* para calcular un *resultado*, el cursor desaparecerá porque el número *está* completo — la introducción de dígitos ha terminado.

| | | |
|--------------------|---------|------------------------------------|
| $\boxed{\sqrt{x}}$ | 11.9905 | Introducción de dígitos terminada. |
|--------------------|---------|------------------------------------|

Al pulsar $\boxed{\text{ENTER}}$ se termina la introducción de dígitos. Para separar dos números, teclee el primer número, pulse $\boxed{\text{ENTER}}$ para terminar la introducción de dígitos y, a continuación, teclee el segundo número.

| | | |
|----------------------------|----------|-----------------------|
| 123 $\boxed{\text{ENTER}}$ | 123.0000 | Número completo. |
| 4 $\boxed{+}$ | 127.0000 | Otro número completo. |

Si la introducción de dígitos *no* ha terminado (si el cursor se encuentra en pantalla) y utiliza la tecla de retroceso \leftarrow , se borrará el último dígito. Si la introducción de dígitos *ha* terminado (el cursor no se encuentra en pantalla), \leftarrow tendrá la misma función que C y borrará todo el número. ¡Inténtelo!

Gama de números y OVERFLOW (desbordamiento)

El número más bajo admitido por la calculadora es 1×10^{-499} . El número más alto es $9.999999999999 \times 10^{499}$ (aparece como $1. \text{EEEE}5\text{EE}$ debido al redondeo).

- Si un cálculo genera un resultado que sobrepasa el número más alto posible, en pantalla aparecerá $9.999999999999 \times 10^{499}$ y el mensaje de advertencia OVERFLOW.
- Si el cálculo genera un resultado inferior al número más bajo posible, aparecerá un cero. No aparecerá ningún mensaje de advertencia.

Operaciones aritméticas

Todos los operandos (números) deben estar presentes *antes* de que pulse una tecla de función. (Cuando pulse la tecla de función, la calculadora ejecutará inmediatamente la función representada por esa tecla).

Todos los cálculos pueden simplificarse en funciones uninuméricas y/o funciones binuméricas.

Funciones uninuméricas

Para utilizar una función uninumérica (como $1/x$, \sqrt{x} , $\leftarrow x^2$ ó +/-):

1. Teclee el número. (*No es necesario que pulse ENTER*).
2. Pulse la tecla de función. (Para una función *de cambio*, pulse primero la tecla de cambio \leftarrow ó \rightarrow apropiada).

Por ejemplo, calcule $1/32$ y $\sqrt{148.84}$. A continuación, eleve al cuadrado el último resultado y cámbiele el signo.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------|-----------|--------------------------|
| 32 | 32_ | Operando. |
| $\boxed{1/x}$ | 0.0313 | Recíproco de 32. |
| 148.84 $\boxed{\sqrt{x}}$ | 12.2000 | Raíz cuadrada de 148.84. |
| $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{x^2}$ | 148.8400 | Cuadrado de 12.2. |
| $\boxed{+/-}$ | -148.8400 | Negativo de 148.8400. |

Las funciones uninuméricas incluyen también funciones trigonométricas, logarítmicas, hiperbólicas y funciones relacionadas con partes de números. Estas funciones se describen en el capítulo 4.

Funciones binuméricas

Para utilizar una función binumérica (como $\boxed{+}$, $\boxed{-}$, $\boxed{\times}$, $\boxed{\div}$, $\boxed{y^x}$ ó $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\%CHG}$):

1. Teclee primero el número.
2. Pulse \boxed{ENTER} para separar el primer número del segundo.
3. Teclee el segundo número. (*No* pulse \boxed{ENTER}).
4. Pulse la tecla de función. (Para una función de cambio, pulse primero la tecla de cambio apropiada).

Nota

Teclee *ambos* números (sepárelos pulsando \boxed{ENTER}) *antes* de pulsar la tecla de función.



Por ejemplo:


| Para calcular: | Pulse: | Pantalla: |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|
| $12 + 3$ | 12 ENTER 3 + | 15.0000 |
| $12 - 3$ | 12 ENTER 3 - | 9.0000 |
| 12×3 | 12 ENTER 3 \times | 36.0000 |
| 12^3 | 12 ENTER 3 y^x | 1,728.0000 |
| Cambio porcentaje de 8 a 5 | 8 ENTER 5 \rightarrow %CHG | -37.5000 |

El orden de entrada es importante sólo para las funciones *no* conmutativas tales como **-**, **\div** , **y^x** ó **\rightarrow** **%CHG**. Si el orden de los números no es correcto, puede aún obtener la respuesta correcta (sin tener que volver a teclearlos) pulsando **\leftrightarrow** para *permutar el orden de los números en la pila*. A continuación, pulse la tecla de función deseada. (Esta operación se explica detalladamente en la sección “Intercambio de los registros X e Y en al pila” del capítulo 2).


Cómo controlar el formato de presentación

Puntos y comas en los números

Para intercambiar los puntos y las comas utilizadas como signo decimal (marca de base) y los separadores de dígitos en un número:



1. Pulse  **MODES** para visualizar el menú MODES.
2. Especifique el signo decimal (marca de base) pulsando **{.}** o **{,}**.
Por ejemplo, el número que representa un millón se puede presentar de las dos siguientes maneras:
 - 1,000,000,0000 si pulsa **{.}** o
 - 1.000.000,0000 si pulsa **{,}**.

Número de lugares decimales

Todos los números se *almacenan* con una precisión de 12 dígitos, pero puede elegir el número de lugares decimales que se han de *mostrar* pulsando  **DISP** (menú de presentación). Durante algunos cálculos internos complicados, la calculadora utiliza precisiones con 15 dígitos para los resultados intermedios. El número mostrado se *redondea* de acuerdo con el formato de presentación. El menú DISP proporciona cuatro opciones:

FX SC EN ALL

Formato de decimal fijo ({FX})

El formato FIX presenta los números con un máximo de 11 lugares decimales (11 dígitos a la *derecha* de la marca de base “.” o “,”) si caben. Después del indicador **FIX** **_**, teclee el número de lugares decimales que se han de mostrar. Si desea 10 u 11 lugares, pulse  0 ó  1.

Por ejemplo, en el número 123,456.7089, los dígitos “7,” “0,” “8” y “9” son los dígitos decimales que aparecerán en pantalla si ha establecido el modo de presentación **FIX 4**.

Cualquier número que sea demasiado grande o demasiado pequeño para poder ser mostrado con la definición de lugares decimales establecida, se presentará automáticamente con el formato científico.

Formato científico ({SC})

El formato SCI presenta los números en notación científica (un dígito antes de la marca de base “.” o “,”) con un máximo de 11 lugares decimales (si caben) y un máximo de tres dígitos en el exponente.

Después del indicador, SCI , teclee el número de lugares decimales que se han de mostrar. Si desea 10 u 11 lugares, pulse \odot 0 ó \odot 1. (La parte entera del número será siempre menor que 10).

Por ejemplo, en el número 1.2346E5, los dígitos “2,” “3,” “4” y “6” son los dígitos decimales que aparecerán en pantalla si ha establecido el modo de presentación SCI 4. El “5” después de la “E” es el exponente de 10 al que se eleva el número: 1.2346×10^5 .

Formato técnico ({EN})

El formato ENG presenta los números de forma parecida a la notación científica, pero el exponente es un múltiplo de tres (puede haber un máximo de tres dígitos antes de la marca de base “.” o “,”). Este formato es más útil para cálculos científicos y técnicos en los que se utilizan unidades especificadas en múltiplos de 10^3 (tales como unidades micro-, mili- y kilo-). Después del indicador, ENG , teclee el número de dígitos que desea que aparezca *después* del primer dígito significativo. Si desea 10 u 11 lugares, pulse \odot 0 ó \odot 1.

Por ejemplo, en el número 123.46E3, los dígitos “2,” “3,” “4” y “6” son los dígitos significativos después del primer dígito significativo que aparecerá en pantalla si ha establecido el modo de presentación ENG 4. El “3” después de la “E” es el exponente (múltiplo de 3) de 10 al que se eleva el número: 123.46×10^3 .

Formato ALL ({ALL})

El formato ALL presenta los números con toda la precisión posible (máximo 12 dígitos). Si en pantalla no caben todos los dígitos, el número se presentará automáticamente con el formato científico:

123,456

Cómo mostrar (SHOW) la precisión completa de 12 dígitos

El cambio del número de lugares decimales afecta a la presentación del número en pantalla, pero no afecta a la representación interna de los números. Cualquier número almacenado internamente tendrá siempre 12 dígitos.

Por ejemplo, del número 14.8745632019, verá sólo “14.8746” si ha establecido el modo de presentación FIX 4, aunque los últimos seis dígitos (“632019”) estén presentes dentro de la calculadora.

Para visualizar temporalmente un número con su precisión completa, pulse **[↩] [SHOW]**. De este modo aparecerá la *mantisa* (pero no el exponente) del número mientras mantenga pulsada la tecla **[SHOW]**.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [↩] [DISP] {FX} 4 | | Muestra cuatro lugares decimales. |
| 45 [ENTER] 1.3 [x] | 58.5000 | Se muestran cuatro lugares decimales. |
| [↩] [DISP] {SC} 2 | 5.85E1 | Formato científico: dos lugares decimales y un exponente. |
| [↩] [DISP] {EN} 2 | 58.5E0 | Formato técnico. |
| [↩] [DISP] {ALL} | 58.5 | Se muestran todos los dígitos significativos: se borran todos los ceros a la derecha del signo decimal. |
| [↩] [DISP] {FX} 4 | 58.5000 | Se muestran cuatro lugares decimales, sin exponente. |
| [1/x] | 0.0171 | Recíproco de 58.5. |
| [↩] [SHOW] (mantener pulsada) | 170940170940 | Muestra la precisión completa hasta que suelte [SHOW] . |

Fracciones

La calculadora HP 32SII permite teclear y visualizar fracciones, así como realizar operaciones matemáticas con las mismas. Las fracciones son números *reales* de la forma:

$$a\ b/c$$

donde a , b y c son números enteros; $0 \leq b \leq c$; y el denominador (c) debe estar entre 2 y 4095.

Cómo introducir fracciones

Las fracciones se pueden introducir en la pila en cualquier momento:

1. Teclee la parte entera del número y pulse $\frac{\circ}{\circ}$. (El primer $\frac{\circ}{\circ}$ separa la parte entera del número de la parte fraccionaria).
2. Teclee el numerador de la fracción y vuelva a pulsar $\frac{\circ}{\circ}$. El segundo $\frac{\circ}{\circ}$ separa el numerador del denominador.
3. Teclee el denominador y a continuación pulse **ENTER** o una tecla de función para terminar la introducción de dígitos. El número o resultado recibirá el formato correspondiente al formato de presentación actual.

El símbolo $a\ b/c$ debajo de la tecla $\frac{\circ}{\circ}$ recuerda que para introducir una fracción, la tecla $\frac{\circ}{\circ}$ se debe utilizar dos veces.

Por ejemplo, para introducir el número fraccionario $12\ 3/8$, pulse estas teclas:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | 12_ | Introduce la parte entera de un número. |
| $\frac{\circ}{\circ}$ | 12. _ | La tecla $\frac{\circ}{\circ}$ se interpreta de forma normal. |
| 3 | 12. 3_ | Introduce el numerador de la fracción (el número aparece todavía con formato decimal). |
| $\frac{\circ}{\circ}$ | 12 3/_ | La calculadora interpreta el segundo $\frac{\circ}{\circ}$ como una fracción y separa el numerador del denominador. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | 12 3/8_ | Añade el denominador de la fracción. |
| ENTER | 12.3750 | Termina la introducción de dígitos; muestra el número con el formato de presentación actual. |

Si el número que introduce no tiene parte entera (por ejemplo, ³/8), inicie el número sin la parte entera:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 8 | $\frac{\square}{\square}$ 3/8_ | No introduce ninguna parte entera. (Puede ser también 3 $\frac{\square}{\square}$ $\frac{\square}{\square}$ 8). |
| ENTER | $\frac{\square}{\square}$.3750 | Termina la introducción de dígitos; muestra el número con el formato de presentación actual (FIX 4). |

Cómo mostrar fracciones

Pulse $\frac{\square}{\square}$ **FDISP** para activar entre el modo de presentación de fracciones y el modo de presentación decimal actual.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 $\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 8 | 12 $\frac{\square}{\square}$ 3/8_ | Muestra los caracteres tal y como se introducen. |
| ENTER | 12.3750 | Termina la introducción de dígitos; visualiza el número con el formato de presentación actual. |
| $\frac{\square}{\square}$ FDISP | 12 3/8 | Muestra el número como fracción. |

Añada ahora $\frac{3}{4}$ al número en el registro X ($12\frac{3}{8}$):

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\boxed{\div}$ 3 $\boxed{\times}$ 4 | 0 3/4 _ | Muestra los caracteres tal y como se introducen. |
| $\boxed{+}$ | 13 1/8 | Añade los números en el registro X y en el registro Y; muestra el resultado como fracción. |
| $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{FDISP}}$ | 13.1250 | Cambia al formato de presentación decimal actual. |

Para más información sobre cómo utilizar las fracciones, consulte el capítulo 5, “Fracciones”.

Mensajes

La calculadora responde a determinadas condiciones o pulsaciones de tecla presentando un mensaje. El símbolo ▲ aparece para indicar que preste atención al mensaje.

- Para borrar un mensaje, pulse $\boxed{\text{C}}$ o $\boxed{\leftarrow}$.
- Para borrar un mensaje *y* realizar otra función, pulse cualquier otra tecla.



Si no aparece ningún mensaje, pero aparece el signo ▲, quiere decir que ha pulsado una tecla *inactiva* (una tecla que no tiene sentido en la situación actual, como la tecla $\boxed{3}$ en el modo binario).

Todos los mensajes que aparecen en pantalla se explican en la sección “Mensajes” del apéndice E.

Memoria de la calculadora

La calculadora HP 32SII tiene 384 bytes de memoria en los que puede almacenar cualquier combinación de datos (variables, ecuaciones o líneas de programa). Los requisitos de memoria para actividades específicas se indican en la sección “Gestión de la memoria de la calculadora” del apéndice B.

Cómo comprobar la memoria disponible








Al pulsar   aparece el siguiente menú:

216.0 VAR PGM

donde

216.0 es el número de bytes de memoria disponible.


Al pulsar la tecla de menú {VAR} aparece el catálogo de variables (vea “Cómo revisar las variables en el catálogo VAR” en el capítulo 3). Al pulsar la tecla de menú {PGM} aparece el catálogo de programas.

1. Para acceder al catálogo de variables, pulse {VAR}; para acceder al catálogo de programas, pulse {PGM}.
2. Para revisar los catálogos, pulse   o  .
3. Para borrar una variable o un programa, pulse   mientras éste aparece en el catálogo.
4. Para salir del catálogo, pulse .

Cómo borrar toda la memoria

Al *borrar* toda la memoria se borran todos los números, ecuaciones y programas almacenados. Esto no afecta a las definiciones de modo y formato. (Para más información sobre cómo borrar también las definiciones, consulte la sección “Cómo borrar la memoria” del apéndice B).

Para borrar toda la memoria:

1. Pulse  **CLEAR** {ALL}. Aparecerá el mensaje de confirmación CLR ALL? {Y} {N} , para proteger la memoria contra el borrado accidental de la misma.
2. Pulse {Y} (*si*).

Pila de memoria automática

En este capítulo se explica cómo se llevan a cabo los cálculos en la pila de memoria automática. *No es necesario que lea y comprenda este material para poder utilizar la calculadora*, pero su comprensión le facilitará mucho el manejo de la calculadora, especialmente durante la programación.

En la parte 2, “Programación”, se explica cómo la pila le ayuda a manejar y organizar los datos para los programas.

La pila

El *almacenamiento automático de resultados intermedios* es el medio por el que la calculadora HP 32SII puede procesar fácilmente cálculos complejos sin tener que utilizar paréntesis. La tecla para el almacenamiento automático es la *pila de memoria automática RPN*.

La lógica operativa de HP se basa en el método matemático inequívoco y *carente de paréntesis* conocido como “Notación Polaca”, desarrollado por el científico polaco Jan Lukasiewicz (1878—1956).

Mientras que la notación algebraica convencional coloca los operadores *entre* los números o variables correspondientes, la notación de Lukasiewicz los coloca *antes* de los números o variables. Para obtener el máximo rendimiento de la pila, hemos modificado esa notación de forma que los operadores se especifican *después* de los números. De ahí el término *Reverse Polish Notation* o *RPN* (Notación Polaca Inversa).

La pila consta de cuatro áreas de almacenamiento, denominadas *registros*, que se “apilan” una encima de la otra. Estos registros—etiquetados X, Y, Z y T—almacenan y manejan cuatro números. El


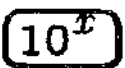
número “más antiguo” se almacena en el registro T (*superior*). La pila es el área de trabajo para los cálculos.

| | | |
|----------|--------|----------------------|
| T | 0.0000 | Número "más antiguo" |
| Z | 0.0000 | |
| Y | 0.0000 | |
| X | 0.0000 | Número mostrado |









El número más “reciente” se encuentra en el registro X: *este es el número que aparece en pantalla.*

Durante la programación, la pila se utiliza para realizar cálculos, para almacenar temporalmente resultados intermedios, para trasladar los datos almacenados (variables) entre programas y subrutinas, para aceptar las entradas y para proporcionar las salidas.

El registro X aparece en pantalla

El registro X es el que aparece en pantalla, *excepto* cuando se muestra un menú, mensaje o línea de programa. Habrá observado que varios nombres de funciones incluyen una *x* o una *y*. No es una coincidencia: estas letras se refieren a los registros X e Y. Por ejemplo,   eleva a diez la potencia de un número en el registro X (el número mostrado).

Cómo borrar el registro X

Al pulsar   {x} se borra *siempre* el registro X a cero; asimismo se utiliza para programar esta instrucción. La tecla , por el contrario, tiene en cuenta el contexto en el que se utiliza. Es decir, borra o cancela la pantalla actual, dependiendo de la situación: funciona como   {x} sólo cuando aparece mostrado el registro X. La tecla  también funciona como   {x} cuando aparece mostrado el registro X *y* la introducción de datos ha terminado (no aparece el cursor). Esta tecla *cancela* otras pantallas: menús, números etiquetados, mensajes, entrada de ecuaciones y entrada de programas.

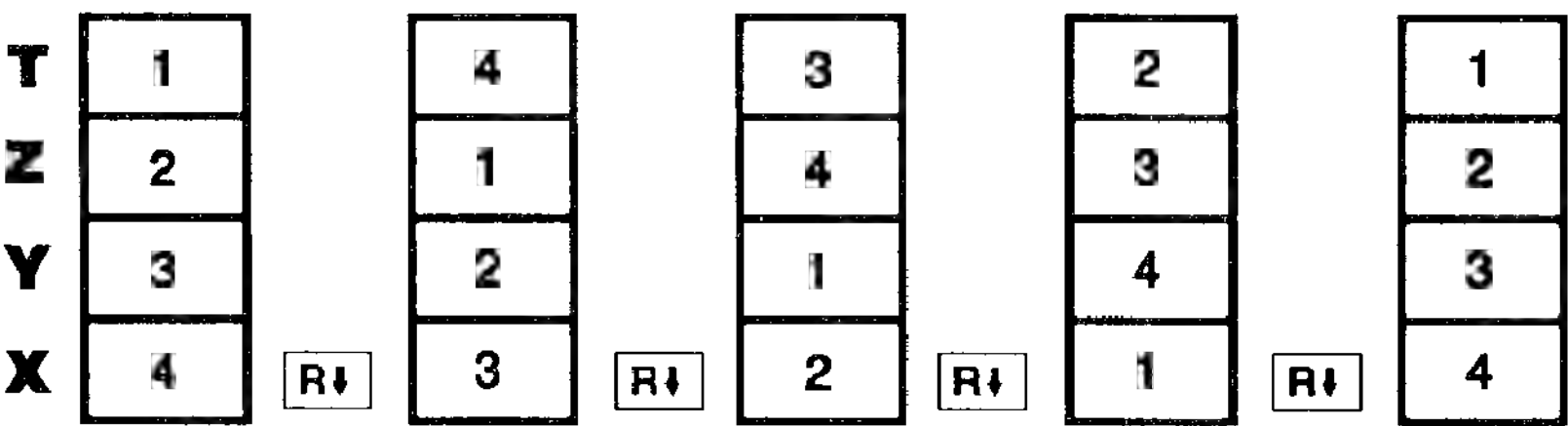
Cómo revisar la pila

R↓ (Desplazamiento descendente)

La tecla **R↓** (*desplazamiento descendente*) le permite revisar todo el contenido de la pila “desplazando” de forma descendente un registro detrás de otro.

Podrá ver cada número cuando éste entre en el registro X.

Suponga que la pila contiene los números 1, 2, 3, 4 (pulse 1 **ENTER** 2 **ENTER** 3 **ENTER** 4). Al pulsar **R↓** cuatro veces, los números se desplazarán de forma descendente y cíclica hasta volver al comienzo:



El contenido del registro X *se desplaza* hasta el registro T, el contenido del registro T se desplaza hasta el registro Z, etc. Observe que sólo los *contenidos* de los registros se desplazan — los registros mantienen su posición y se muestra sólo el contenido del registro X.

R↑ (Desplazamiento ascendente)

La tecla **R↑** (*desplazamiento ascendente*) tiene una función parecida a la de la tecla **R↓**, pero ésta “desplaza” el contenido de la pila de forma ascendente, un registro detrás de otro.

El contenido del registro X se desplaza hasta el registro Y; el contenido del registro T se desplaza hasta el registro X, etc.

| | | | | | | | | | |
|----------|---|----|---|----|---|----|---|----|---|
| T | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 1 |
| Z | 2 | | 3 | | 4 | | 1 | | 2 |
| Y | 3 | | 4 | | 1 | | 2 | | 3 |
| X | 4 | R↑ | 1 | R↑ | 2 | R↑ | 3 | R↑ | 4 |

Cómo intercambiar los registros X e Y en la pila

Otra tecla que maneja el contenido de la pila es $\boxed{x \leftrightarrow y}$ (*x intercambio y*). Esta tecla intercambia el contenido de los registros X e Y sin que afecte al resto de la pila. Al pulsar $\boxed{x \leftrightarrow y}$ dos veces, se restablece el orden original del contenido de los registros X e Y.

La función $\boxed{x \leftrightarrow y}$ se utiliza principalmente para dos propósitos:

- Para ver el contenido del registro Y y devolverlo a y (pulse $\boxed{x \leftrightarrow y}$ dos veces).

Algunas funciones generan dos resultados: uno en el registro X y otro en el registro Y. Por ejemplo, $\boxed{\rightarrow \theta}$ $\boxed{\rightarrow r}$ convierte las coordenadas rectangulares de los registros X e Y en coordenadas polares de los mismos registros.

- Para intercambiar el orden de los números en un cálculo.

Por ejemplo, para calcular $9 \div (13 \times 8)$:

Pulse 13 $\boxed{\text{ENTER}}$ 8 $\boxed{\times}$ 9 $\boxed{x \leftrightarrow y}$ $\boxed{\div}$.

Las teclas que ha de pulsar para calcular esta expresión de *izquierda a derecha* son:

9 $\boxed{\text{ENTER}}$ 13 $\boxed{\text{ENTER}}$ 8 $\boxed{\times}$ $\boxed{\div}$.

Nota



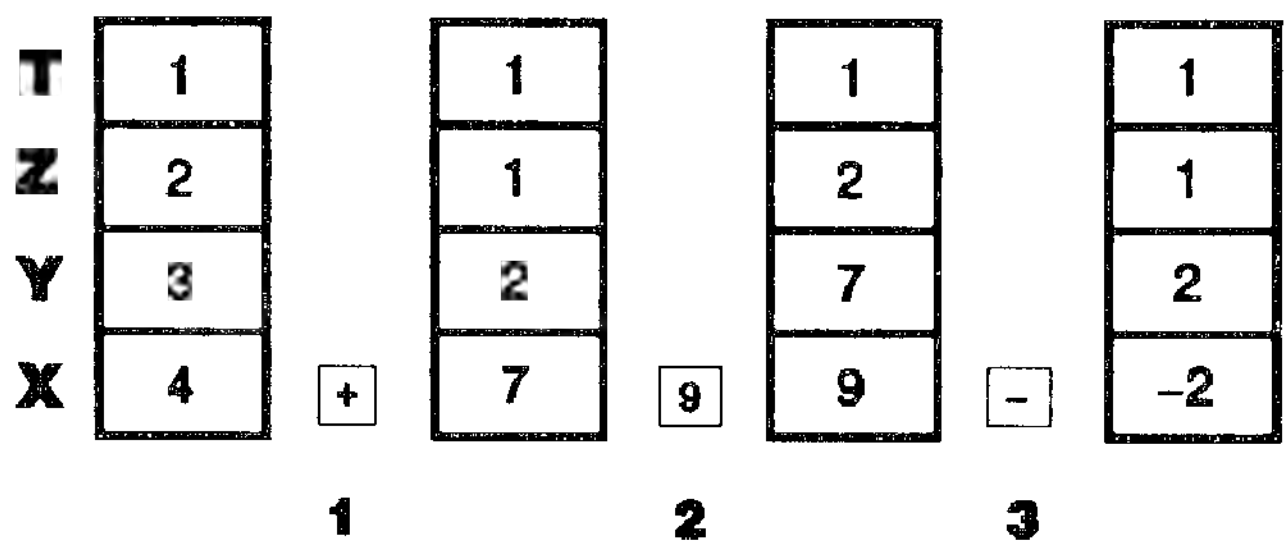
Asegúrese siempre de que no existan más de cuatro números en la pila, puesto que con la introducción de un quinto número se perdería el contenido del registro T (registro superior).

Operaciones aritméticas—Funcionamiento de la pila

El contenido de la pila se desplaza automáticamente de forma descendente o ascendente según se introduzcan números nuevos en el registro X (*apilar*) y según los operadores combinen dos números en los registros X e Y para generar un número nuevo en el registro X (*rebajar*).

Suponga que la pila contiene los números 1, 2, 3 y 4. Observe cómo la pila rebaja y apila los contenidos mientras calcula:

$$3 + 4 - 9$$



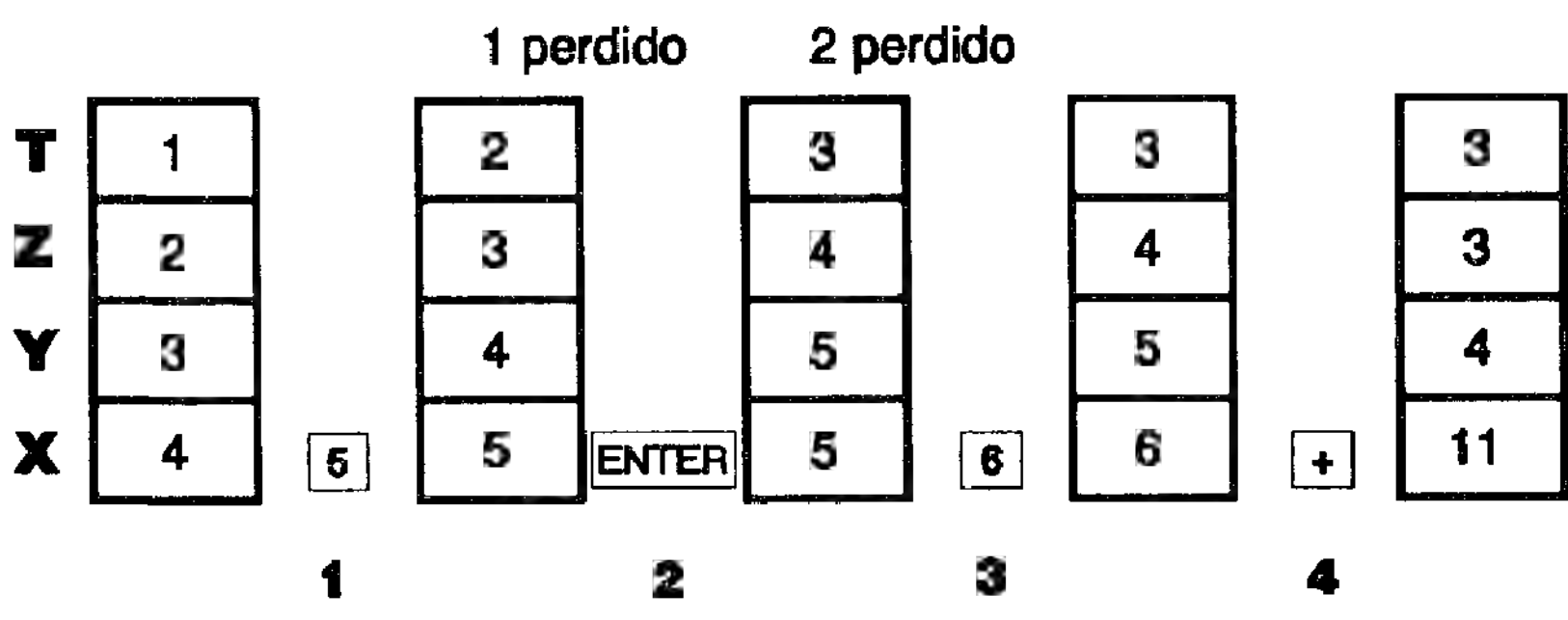
1. La pila “rebaja” el contenido. El registro T (superior) *duplica* su contenido.
2. La pila “apila” su contenido. El contenido del registro T se *pierde*.
3. La pila se rebaja.

- Observe que cuando la pila recibe el nuevo número, sustituye el contenido del registro T (superior) con el contenido del registro Z, y que el contenido *anterior* del registro T se pierde. Puede observar, por lo tanto, que la memoria de la pila se limita a cuatro números.
- Debido al movimiento automático de la pila, *no* es necesario que borre el registro X antes de realizar una nueva operación.
- La mayoría de las funciones prepara la pila para que apile los contenidos *cuando el número siguiente entre en el registro T*. Para conocer la lista de funciones que desactivan el desplazamiento ascendente de la pila, consulte el apéndice B.

Cómo funciona ENTER

Recordará que **ENTER** separa dos números introducidos uno después de otro. ¿Cómo funciona la pila en esta operación? Suponga nuevamente que la pila contiene los números 1, 2, 3 y 4. Ahora introduzca y sume dos números nuevos:

5 + 6



- 1. Desplaza la pila.
- 2. Desplaza la pila y duplica el registro X.
- 3. No desplaza la pila.
- 4. Rebaja la pila y duplica el registro T.

ENTER duplica el contenido del registro X en el registro Y. El siguiente número que introduzca (o recupere) *se escribirá sobre* la copia del primer número existente en el registro X. El efecto es simplemente separar dos números introducidos consecutivamente.

El efecto de duplicación de **ENTER** se puede utilizar para despejar la pila con rapidez: pulse 0 **ENTER** **ENTER** **ENTER**. Todos los registros de la pila ahora contendrán un cero. Recuerde, sin embargo, que *no es necesario* despejar la pila antes de realizar un cálculo.

Cómo utilizar un número dos veces en una fila

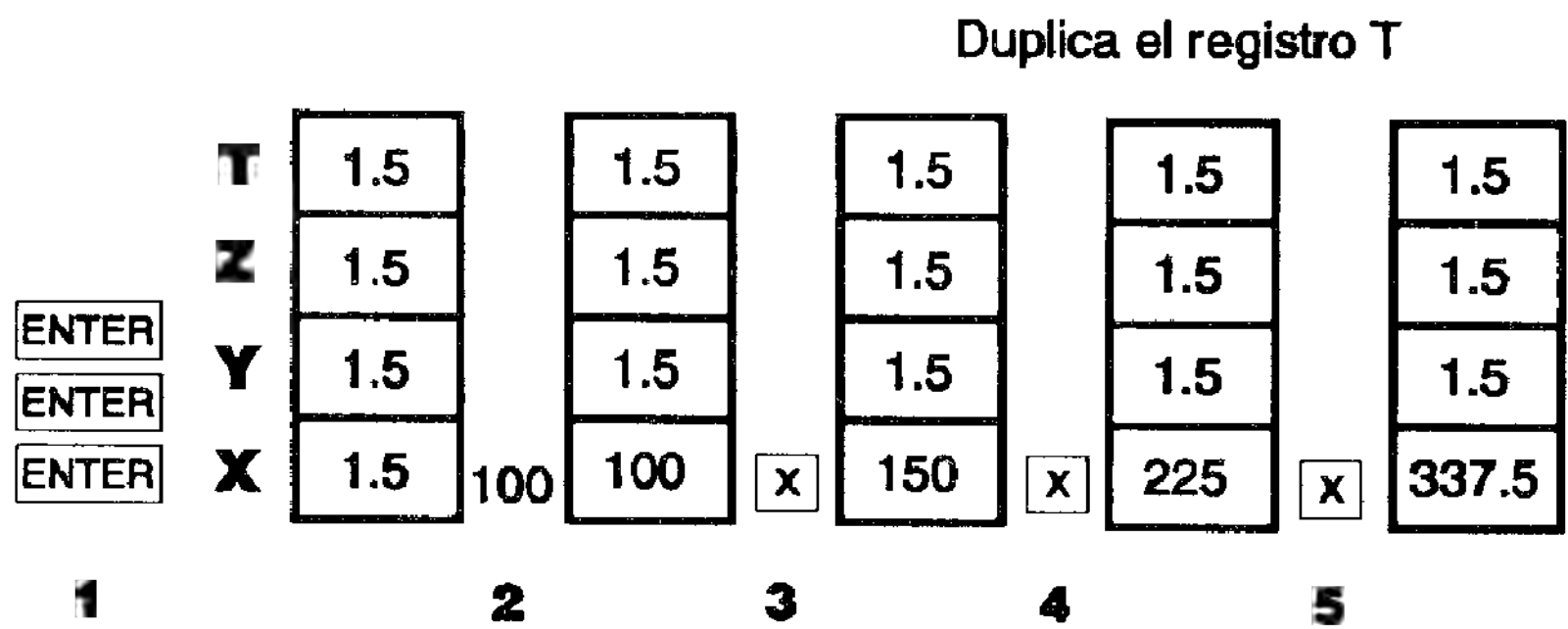
El efecto de duplicación de **ENTER** se puede utilizar para realizar otras operaciones. Para sumar un número a sí mismo, pulse **ENTER** **+**.

Cómo llenar la pila con una constante

El efecto de duplicación de **ENTER**, junto con el efecto de duplicación de rebajar la pila (de T a Z), le permite llenar la pila con una constante numérica para realizar determinados cálculos.

Ejemplo:

Dado un cultivo de bacterias con un índice de crecimiento constante del 50%, ¿cuánto aumentará una población de 100 después de 3 días?



1. Llena la pila con el índice de crecimiento.
2. Escribe la población inicial.
3. Calcula la población después de 1 día.
4. Calcula la población después de 2 días.
5. Calcula la población después de 3 días.

Cómo funciona CLEAR x

Al despejar la pantalla (registro X) se coloca un cero en el registro X. El siguiente número que introduzca (o recupere) *se escribirá sobre este cero*.

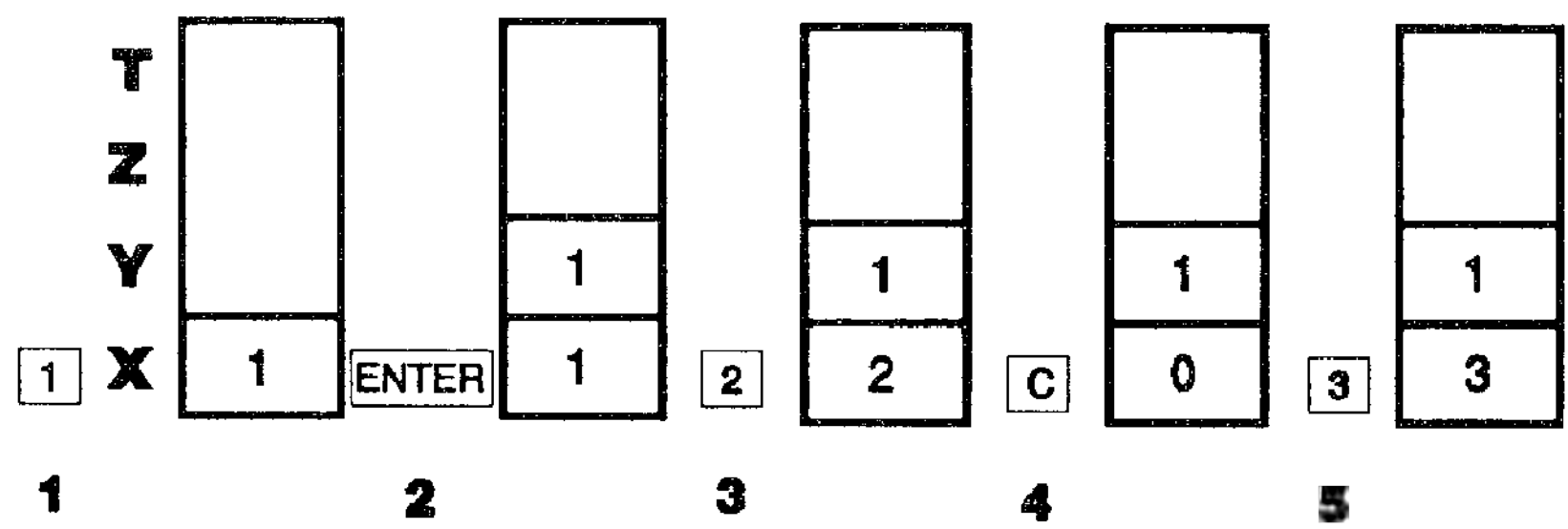
Existen tres formas de borrar el contenido del registro X, es decir, de borrar x :

1. Pulsar **C**.
2. Pulsar **←**.
3. Pulsar **←** **CLEAR** { x }. (Utilizado sobre todo durante la entrada de programas).

Tenga en cuenta las siguientes excepciones:

- Durante la entrada del programa, **←** borra la línea de programa mostrada actual y **C** cancela la entrada del programa.
- Durante la introducción de dígitos, **←** retrocede sobre el número mostrado.
- Si en pantalla aparece un número *etiquetado* (como $A=2.0000$), al pulsar **C** o **←** ese número se cancela y aparece el registro X.
- Cuando visualiza una ecuación, **←** coloca el cursor al final de la ecuación para permitir la edición.
- Durante la entrada de una ecuación, **←** retrocede sobre la ecuación mostrada, de una función a otra.

Por ejemplo, si deseaba introducir 1 y 3, pero por error ha introducido 1 y 2, corrija el error como se indica a continuación:



1. Desplaza la pila.
2. Desplaza la pila y duplica el registro X.
3. Sobreescribe el registro X.
4. Borra x sobreescribiendo un cero.
5. Sobreescribe x (sustituye el cero).

El registro LAST X

El registro LAST X funciona conjuntamente con la pila: mantiene el número que se encontraba en el registro X antes de que se realizara la última función numérica. (Una función numérica es una operación que genera un resultado a partir de otro número o números, como por ejemplo \sqrt{x}). Al pulsar \leftarrow (LAST x), el valor vuelve al registro X.

Esta capacidad de recuperar el “último valor de x ” tiene dos funciones principales:

1. Corrección de errores.
2. Reutilización de un número en un cálculo.

En el apéndice B encontrará una lista completa de las funciones que almacenan x en el registro LAST X.

Cómo corregir errores con LAST X

Función uninumérica errónea

Si ejecuta una función uninumérica errónea, utilice \leftarrow (LAST x) para recuperar el número y poder ejecutar la función correcta. (Pulse C primero, si desea borrar el resultado erróneo de la pila).

Puesto que \rightarrow (%) y \rightarrow (%CHG) no rebajan la pila, podrá recuperar los números de estas funciones al igual que de las funciones uninuméricas.

Ejemplo:

Suponga que acaba de calcular $\ln 4.7839 \times (3.879 \times 10^5)$ y que desea encontrar la raíz cuadrada pero, por error, pulsa e^x . No es necesario que comience desde el principio. Para encontrar el resultado correcto, pulse \leftarrow (LAST x) \sqrt{x} .

Errores con funciones binuméricas

Si comete un error al realizar una operación binumérica, ($\boxed{+}$, $\boxed{-}$, $\boxed{\times}$, $\boxed{\div}$, $\boxed{y^x}$ o $\boxed{\sqrt[y]{y}}$), podrá corregirla utilizando $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ y el *inverso* de la función binumérica ($\boxed{-}$ o $\boxed{+}$, $\boxed{\div}$ o $\boxed{\times}$, $\boxed{\sqrt[y]{y}}$ o $\boxed{y^x}$):

- 1. Pulse $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ para recuperar el segundo número (x justo antes de la operación).
- 2. Ejecute la operación inversa. De este modo se recupera el número original. El segundo número se encontrará todavía en el registro LAST X.

Por lo tanto, haga lo siguiente:

- Si ha utilizado la *función errónea*, pulse nuevamente $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ para recuperar el contenido original de la pila. A continuación, ejecute la función correcta.
- Si ha utilizado el *segundo número erróneo*, teclee el número correcto y ejecute la función.

Si ha utilizado el *primer número erróneo*, teclee el primer número correcto, pulse $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ para recuperar el segundo número y vuelva a ejecutar la función. (Pulse \boxed{C} *primero*, si desea borrar el resultado erróneo de la pila).

Ejemplo:



Suponga que ha cometido un error al calcular:

$16 \times 19 = 304.$

Puede haber cometido uno de los siguientes tres tipos de errores:

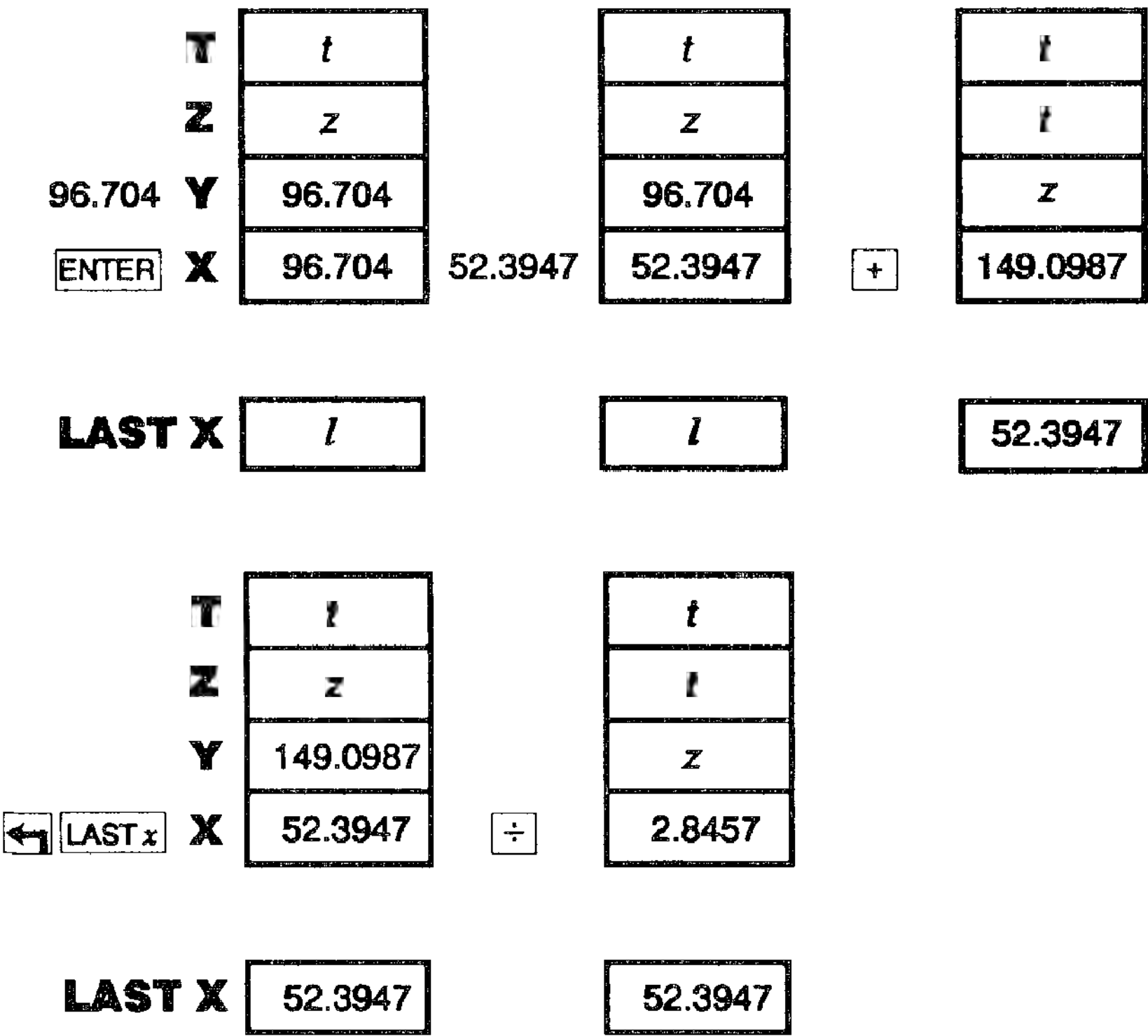
| Cálculo erróneo: | Error: | Corrección: |
|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 $\boxed{\text{ENTER}}$ 19 $\boxed{-}$ | Función errónea. | $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ $\boxed{+}$ $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ $\boxed{\times}$ |
| 15 $\boxed{\text{ENTER}}$ 19 $\boxed{\times}$ | Primer número erróneo. | 16 $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ $\boxed{\times}$ |
| 16 $\boxed{\text{ENTER}}$ 18 $\boxed{\times}$ | Segundo número erróneo. | $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{LAST } x}$ $\boxed{\div}$ 19 $\boxed{\times}$ |

Cómo volver a utilizar números con LAST X

Puede utilizar  **LAST x** para volver a utilizar un número (por ejemplo, una constante) en un cálculo. Recuerde introducir la constante en segundo lugar, justo antes de ejecutar la operación aritmética, de forma que esa constante sea el último número introducido en el registro X y que, por lo tanto, se pueda almacenar y recuperar con  **LAST x**.

Ejemplo:

Calcule $\frac{96.704 + 52.3947}{52.3947}$



| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------|-----------|-----------------------------------------------------------|
| 96.704 ENTER | 96.704 | Introduce el primer número. |
| 52.3947 + | 149.0987 | Resultado intermedio. |
| ↶ LASTx | 52.3947 | Recupera la pantalla existente antes de pulsar + . |
| ÷ | 2.8457 | Resultado final. |

Ejemplo:

Dos estrellas cercanas a la tierra son Rigel Centauro (4.3 años luz de distancia) y Sirio (8.7 años luz de distancia). Utilice c , la velocidad de la luz (9.5×10^{15} metros por año) para convertir las distancias entre la tierra y dichas estrellas a metros:

A Rigel Centauro: $4.3 \text{ años} \times (9.5 \times 10^{15} \text{ m/año})$.
A Sirio: $8.7 \text{ años} \times (9.5 \times 10^{15} \text{ m/año})$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------|-----------|----------------------------|
| 4.3 ENTER | 4.3000 | Años luz a Rigel Centauro. |
| 9.5 E 15 | 9.5E15_ | Velocidad de la luz, c . |
| × | 4.0850E16 | Metros a R. Centauro. |
| 8.7 ↶ LASTx | 9.5000E15 | Recupera c . |
| × | 8.2650E16 | Metros a Sirio. |

Cálculos en cadena

El proceso de apilar y rebajar automáticamente el contenido de la pila le permite mantener resultados intermedios sin tener que almacenarlos o volver a introducirlos y sin tener que utilizar paréntesis.

Cómo trabajar sin paréntesis

Por ejemplo, resuelva la operación $(12 + 3) \times 7$.

Si resuelve este problema sobre papel, calculará primero el resultado intermedio de $(12 + 3) \dots$

$$(12 + 3) = 15$$

... y a continuación multiplicará el resultado intermedio por 7:

$$(15) \times 7 = 105$$

Resuelva el problema del mismo modo con la calculadora HP 32SII, comenzando por la operación *entre* paréntesis:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------|-----------|------------------------------------------|
| 12 ENTER 3 + | 15.0000 | Calcula primero el resultado intermedio. |

No es necesario que pulse **ENTER** para almacenar este resultado intermedio antes de seguir con la operación, puesto que al ser un resultado *calculado*, se almacena automáticamente.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7 × | 105.0000 | Al pulsar la tecla de función se genera el resultado. Este resultado se puede utilizar en otros cálculos. |

Estudie ahora los siguientes ejemplos. Recuerde que tiene que pulsar **ENTER** sólo para separar números *introducidos consecutivamente*, como al principio del problema. Las operaciones mismas (**+**, **-**, etc.). separan los números posteriores y almacenan los resultados intermedios. El último resultado almacenado es el primero que se recupera para llevar a cabo el cálculo.

Calcule $2 \div (3 + 10)$:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 ENTER 10 + | 13.0000 | Calcula primero (3 + 10). |
| 2 x/y ÷ | 0.1538 | Coloca el 2 <i>antes</i> del 13 para que la división sea correcta: $2 \div 13$. |

Calcule $4 \div [(14 + (7 \times 3) - 2)]$:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|
| 7 ENTER 3 x | 21.0000 | Calcula (7 × 3). |
| 14 + 2 - | 33.0000 | Calcula el denominador. |
| 4 x/y | 33.0000 | Coloca el 4 <i>antes</i> del 33 para preparar la división. |
| ÷ | 0.1212 | Calcula $4 \div 33$ y proporciona el resultado. |

Los problemas que tienen múltiples paréntesis se pueden resolver del mismo modo, utilizando el almacenamiento automático de los resultados intermedios.
 Por ejemplo, para resolver $(3 + 4) \times (5 + 6)$ sobre papel, calcularía primero la cantidad (3 + 4) y a continuación calcularía (5 + 6). Finalmente, multiplicaría los dos resultados intermedios para obtener el resultado final.

Resuelva el problema del mismo modo con la calculadora HP 32SII, exceptuando que no tiene que escribir los resultados intermedios, ya que la misma calculadora los recuerda.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 3 ENTER 4 + | 7.0000 | Primero suma (3 + 4). |
| 5 ENTER 6 + | 11.0000 | Luego suma (5 + 6). |
| × | 77.0000 | Luego multiplica los resultados intermedios entre sí para dar el resultado final. |

Ejercicios

Calcule:

$$\frac{\sqrt{(16.3805 \times 5)}}{0.05} = 181.0000$$

Solución:

$$16.3805 \text{ **ENTER** } 5 \text{ **×** } \sqrt{x} \text{ **ENTER** } .05 \text{ **÷**}$$

Calcule:

$$\sqrt{[(2 + 3) \times (4 + 5)]} + \sqrt{[(6 + 7) \times (8 + 9)]} = 21.5743$$

Solución:

$$2 \text{ **ENTER** } 3 \text{ **+** } 4 \text{ **ENTER** } 5 \text{ **+** } \text{**×**} \sqrt{x} \text{ **ENTER** } 6 \text{ **ENTER** } 7 \text{ **+** } 8 \text{ **ENTER** } 9 \text{ **+** } \text{**×**} \sqrt{x} \text{ **ENTER** } \text{**+**}$$

Calcule:

$$(10 - 5) \div [(17 - 12) \times 4] = 0.2500$$

Solución:

$$17 \text{ **ENTER** } 12 \text{ **-** } 4 \text{ **×** } 10 \text{ **ENTER** } 5 \text{ **-** } \text{**÷**}$$

o

$$10 \text{ **ENTER** } 5 \text{ **-** } 17 \text{ **ENTER** } 12 \text{ **-** } 4 \text{ **×** } \text{**÷**}$$

Orden de cálculo

Recomendamos que se resolvieran los cálculos en cadena obteniendo primero los resultados de los paréntesis internos y a continuación los externos. Sin embargo, puede elegir también resolver los problemas siguiendo el orden de izquierda a derecha.

Por ejemplo, ya ha calculado:

$$4 \div [14 + (7 \times 3) - 2]$$

comenzando con el paréntesis interno (7 × 3) y siguiendo por orden hasta salir de los paréntesis, tal y como haría si lo hiciera a mano. La secuencia de pulsaciones era: 7 **ENTER** 3 **×** 14 **+** 2 **-** 4 **↔** **÷**.

Si resuelve el problema de izquierda a derecha, deberá pulsar:

4 **ENTER** 14 **ENTER** 7 **ENTER** 3 **×** **+** 2 **-** **÷**.

Este método precisa que pulse una tecla adicional. Observe que el primer resultado intermedio sigue siendo el del paréntesis (7 × 3) interno. La ventaja de resolver los problemas de izquierda a derecha es que no tiene que utilizar **↔** para reubicar los operandos de las funciones *no conmutativas* (**-** y **÷**).

Sin embargo, a menudo se prefiere el primer método (comenzar por los paréntesis internos) por los siguientes motivos:

- Requiere menos pulsaciones de teclas.
- Requiere menos registros en la pila.

Nota



Cuando utilice el método de izquierda a derecha, asegúrese de que cada vez no se necesitarán más de *cuatro* números intermedios (o resultados), puesto que la pila no puede mantener más de cuatro números.

En el ejemplo anterior, al resolverlo de *izquierda a derecha*, en un determinado momento fueron necesarios todos los registros de la pila:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|
| 4 ENTER 14 ENTER | 14.0000 | Almacena 4 y 14 como números intermedios en la pila. |
| 7 ENTER 3 | 3_ | En este momento la pila contiene todos los números para este cálculo. |
| × | 21.0000 | Resultado intermedio. |
| + | 35.0000 | Resultado intermedio. |
| 2 - | 33.0000 | Resultado intermedio. |
| ÷ | 0.1212 | Resultado final. |

Más ejercicios

Practique el método RPN resolviendo los siguientes problemas:

Calcule:

$$(14 + 12) \times (18 - 12) \div (9 - 7) = 78.0000$$

Una solución:

14 **[ENTER]** 12 **[+]** 18 **[ENTER]** 12 **[-]** **[x]** 9 **[ENTER]** 7 **[-]** **[÷]**

Calcule:

$$23^2 - (13 \times 9) + 1/7 = 412.1429$$

Una solución:

23 **[←]** **[x²]** 13 **[ENTER]** 9 **[x]** **[-]** 7 **[1/x]** **[+]**

Calcule:

$$\sqrt{(5.4 \times 0.8) \div (12.5 - 0.7^3)} = 0.5961$$

Solución:

5.4 **[ENTER]** .8 **[x]** .7 **[ENTER]** 3 **[y^x]** 12.5 **[x^zy]** **[-]** **[÷]** **[√x]**

o

5.4 **[ENTER]** .8 **[x]** 12.5 **[ENTER]** .7 **[ENTER]** 3 **[y^x]** **[-]** **[÷]** **[√x]**

Calcule:

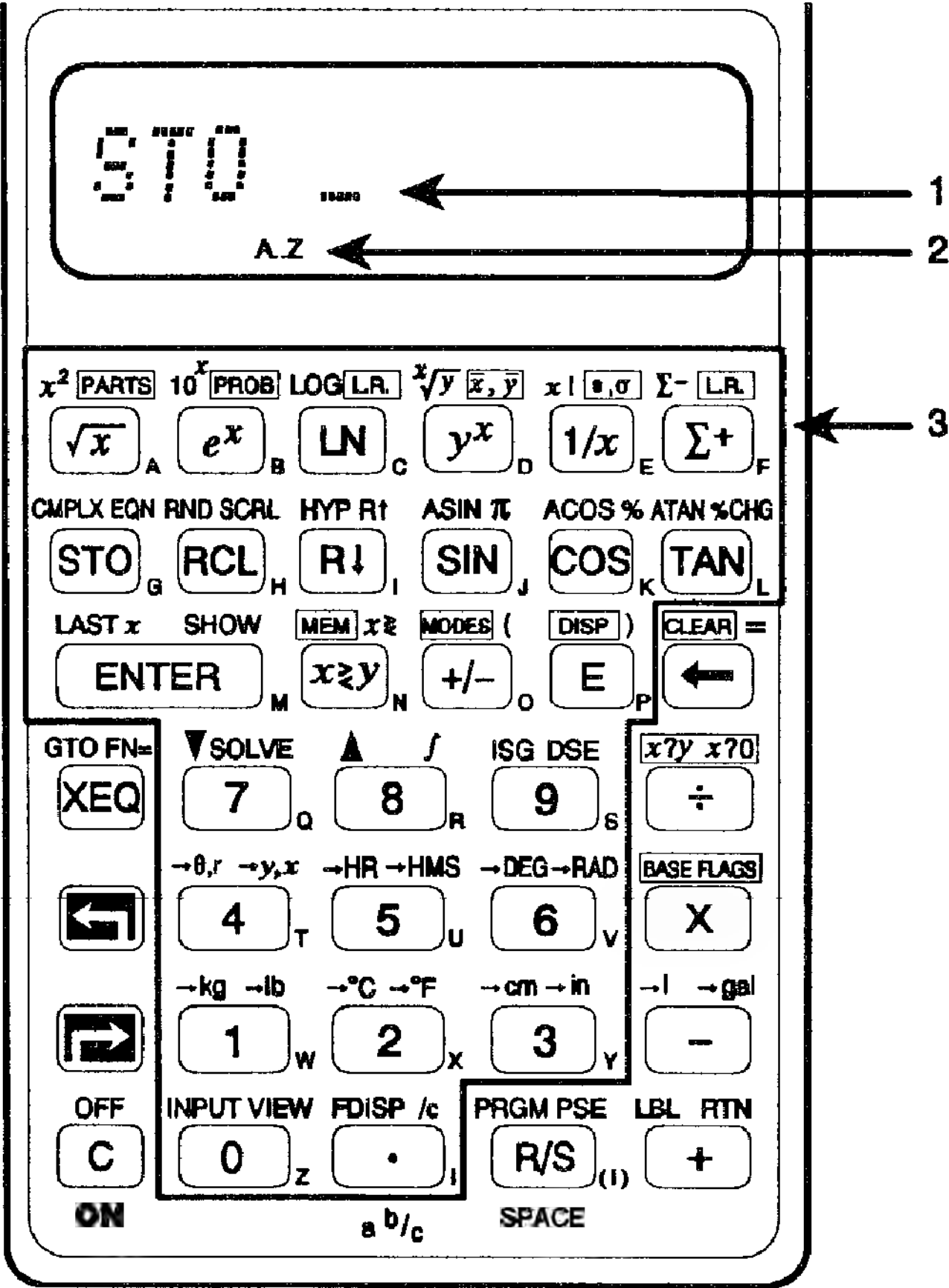
$$\sqrt{\frac{8.33 \times (4 - 5.2) \div [(8.33 - 7.46) \times 0.32]}{4.3 \times (3.15 - 2.75) - (1.71 \times 2.01)}} = 4.5728$$

Una solución:

4 **[ENTER]** 5.2 **[-]** 8.33 **[x]** **[←]** **[LAST x]** 7.46 **[-]** 0.32 **[x]** **[÷]** 3.15 **[ENTER]**
2.75 **[-]** 4.3 **[x]** 1.71 **[ENTER]** 2.01 **[x]** **[-]** **[÷]** **[√x]**

Cómo almacenar datos en variables

La HP 32SII tiene 384 bytes de *memoria de usuario*, que puede usar para almacenar números, ecuaciones y líneas de programa. Los números se almacenan en *variables*, identificables con una letra de la A a la Z. (Elija la letra que le recuerde el contenido de la variable, como *S* para *saldo del banco* y *C* para la velocidad de la luz).



- 1. El cursor solicita la introducción de una variable.
- 2. Indica que las teclas alfabéticas están activadas.
- 3. Teclas alfabéticas.

Cada letra blanca está asociada a una tecla y a una única variable. Las teclas alfabéticas se activan automáticamente cuando son necesarias. (En pantalla aparece el indicador **A..Z** para confirmarlo).

Tenga en cuenta que las variables, *X*, *Y*, *Z* y *T* son áreas de almacenamiento *distintas* a los registros *X*, *Y*, *Z* y *T* de la pila.

Almacenamiento y recuperación de números

Los números se almacenan y se recuperan a partir de variables identificables mediante letras con las funciones **STO** (*almacenamiento*) y **RCL** (*recuperación*).

Para almacenar una copia del número visualizado (registro X) en una variable:

Pulse **STO** letra alfabética.

Para recuperar una copia de un número desde una variable a la pantalla:

Pulse **RCL** letra alfabética.

Ejemplo: Almacenamiento de números.

Almacene el número de Avogadro (aproximadamente 6.0225×10^{23}) en A.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.0225 [E] 23 | 6.0225E23_ | Número de Avogadro. |
| [STO] | STO _ | Pregunta la variable. |
| A (mantener [√x] pulsada) | STO A | Muestra la función mientras se mantiene pulsada la tecla. |
| (soltar) | 6.0225E23 | Almacena una copia del número de Avogadro en A. Esto también finaliza la introducción de dígitos (no aparece el cursor). |
| [C] | 0.0000 | Borra el número que aparece en pantalla. |
| [RCL] | RCL _ | Pregunta el nombre de la variable. |
| A | 6.0225E23 | Copia el número de Avogadro desde A a la pantalla. |

Cómo visualizar una variable sin recuperarla

La función **[➡] [VIEW]** muestra el contenido de una variable sin introducir el número en el registro X. En pantalla aparece la etiqueta de la variable, por ejemplo:

A=1234.5678

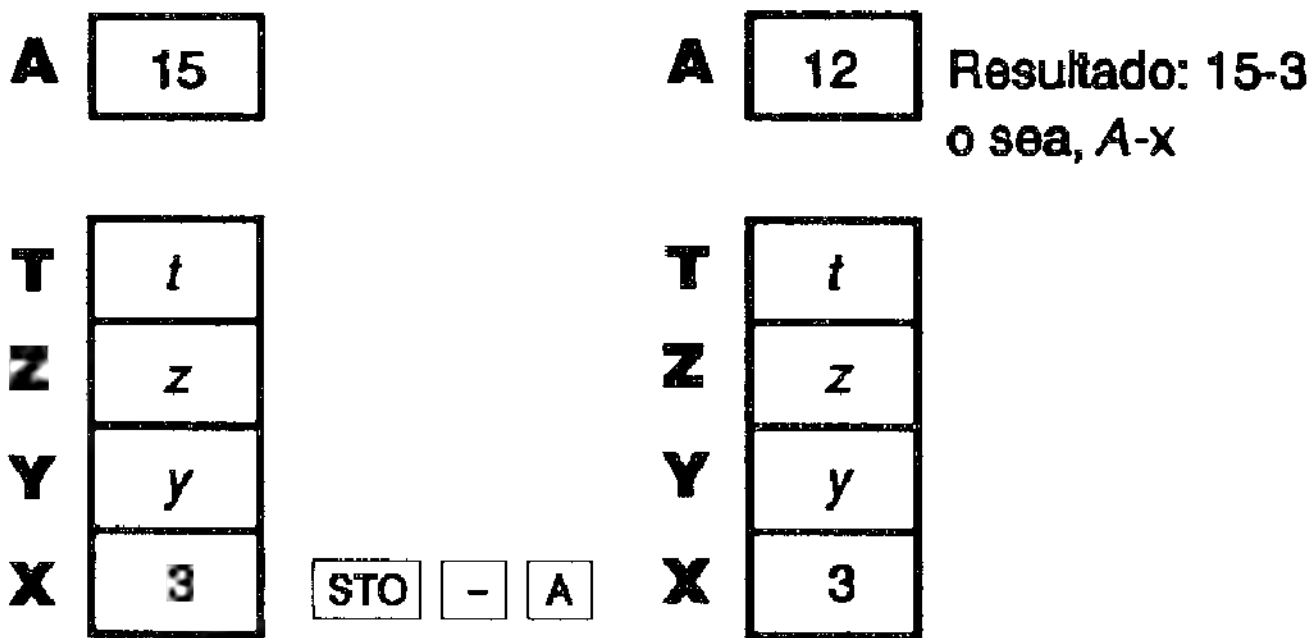
Si el número es demasiado grande para que quepa completamente en pantalla junto a la etiqueta correspondiente, se redondeará y se perderán los dígitos que se encuentren en el extremo derecho. (El exponente aparece íntegro). Para visualizar la mantisa en su totalidad, pulse **[➡] [SHOW]**.

Aritmética de almacenamiento

La *aritmetica de almacenamiento* utiliza **STO** **+**, **STO** **-**, **STO** **×** ó **STO** **÷** para realizar las operaciones aritméticas en la misma variable y almacenar el resultado en la misma. Para ello utiliza el valor del registro X sin que afecte a la pila.

Valor nuevo de la variable = Valor anterior de la variable {+, −, ×, ÷} *x*

Por ejemplo, suponga que desea restar el número del registro X (3, visualizado) del valor de A (15). Pulse **STO** **-** A. Ahora A = 12, mientras el 3 sigue en pantalla.



A

12

Resultado: 15-3
o sea, A-x

T

t

Z

z

Y

y

X

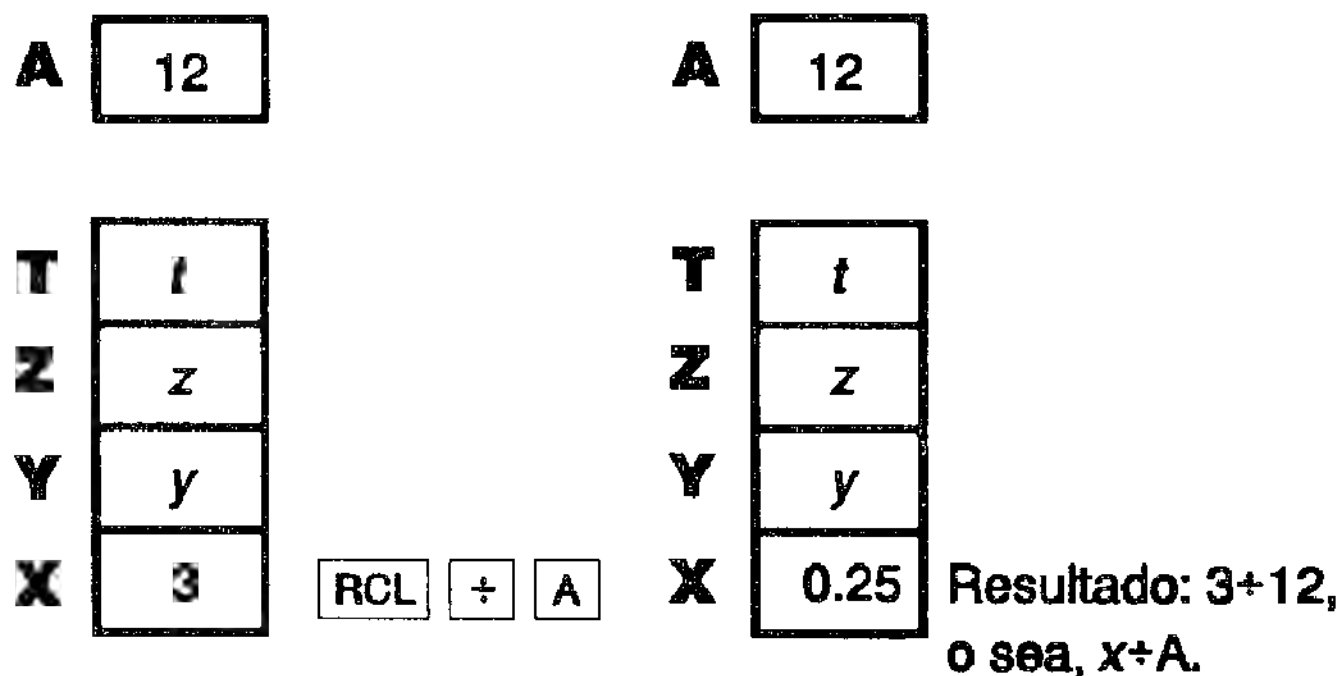
3

Aritmética de recuperación

La *aritmetica de recuperación* utiliza **RCL** **+**, **RCL** **-**, **RCL** **×** ó **RCL** **÷** para realizar operaciones aritméticas en el registro X utilizando un número recuperado y dejar el resultado en pantalla. El proceso afectará sólo al registro X.

Ahora *x* = Variable anterior *x* {+, −, ×, ÷}

Por ejemplo, suponga que desea dividir el número del registro X (3, visualizado) por el valor de A (12). Pulse **RCL** **÷** A. Ahora *x* = 0.25, mientras el 12 sigue en A. La aritmética de recuperación ahorra espacio de memoria en los programas: al utilizar **RCL** **+** A (una instrucción) se utiliza la mitad de la memoria que con **RCL** A, **+** (dos instrucciones).



Ejemplo:

Suponga que las variables *D*, *E* y *F* contienen los valores 1, 2 y 3. Utilice la aritmética de almacenamiento para sumar 1 a cada una de estas variables.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|
| 1 STO D | 1.0000 | Almacena los valores correspondientes en las variables. |
| 2 STO E | 2.0000 | |
| 3 STO F | 3.0000 | |
| 1 STO + D | | Suma 1 a <i>D</i> , <i>E</i> y <i>F</i> . |
| STO + E | | |
| STO + F | 1.0000 | |
| ➡ VIEW D | D=2.0000 | Muestra el valor actual de <i>D</i> . |
| ➡ VIEW E | E=3.0000 | |
| ➡ VIEW F | F=4.0000 | |
| ⬅ | 1.0000 | Borra la pantalla VIEW; vuelve a mostrar el registro X. |

Suponga que las variables *D*, *E* y *F* contienen los valores 2, 3 y 4 del último ejemplo. Divida 3 por *D*, multiplíquelo por *E* y sume *F* al resultado.

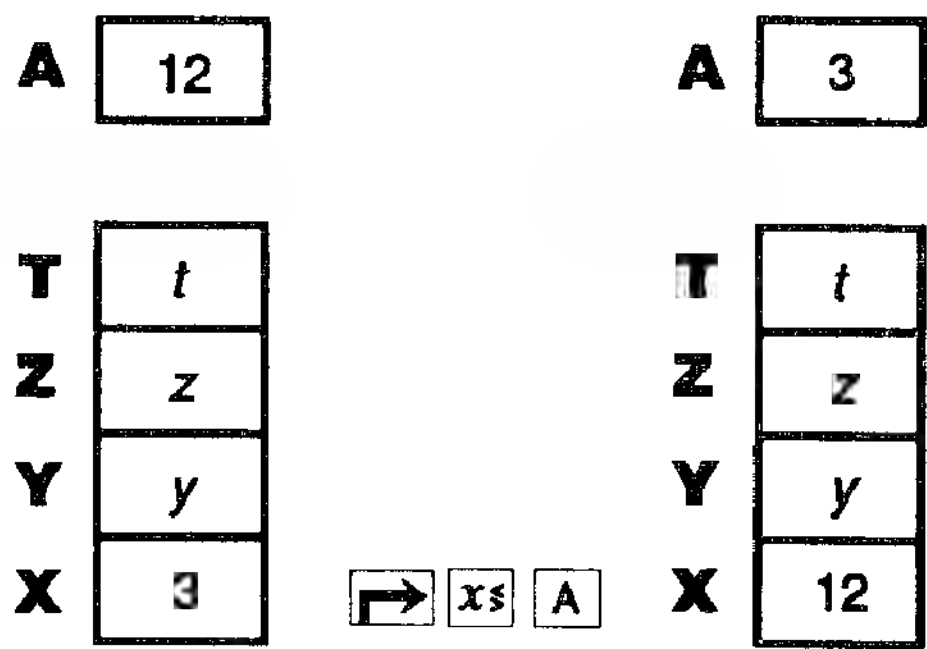
| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------|-----------|---------------------------|
| 3 RCL ÷ D | 1.5000 | Calcula $3 \div D$. |
| RCL × E | 4.5000 | $3 \div D \times E$. |
| RCL + F | 8.5000 | $3 \div D \times E + F$. |

Cómo intercambiar x con cualquier variable


La tecla **↔** **↔** permite intercambiar el contenido de x (el registro X mostrado) con el contenido de cualquier variable. La ejecución de esta función no afecta a los registros Y, Z ó T.

Ejemplo:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------------|
| 12 STO A | 12.0000 | Almacena 12 en la variable A. |
| 3 | 3_ | Muestra x . |
| ↔ ↔ A | 12.0000 | Intercambia el contenido del registro X y de la variable A. |
| ↔ ↔ A | 3.0000 | Intercambia el contenido del registro X y de la variable A. |



La variable “i”

Existe la variable No. 27 a la que se puede acceder directamente: la variable *i*. La tecla  tiene la etiqueta “i” y corresponde a la letra *i* cada vez que el indicador A..Z esté activado. Aunque almacena los números al igual que otras variables, *i* se diferencia en que se puede utilizar para hacer referencia a *otras* variables, incluidos los registros estadísticos, utilizando la función **(i)**. Esta técnica de programación se denomina *direccionamiento indirecto* y se explica en la sección “Direccionamiento indirecto de Variables y Etiquetas” del capítulo 13.

Funciones con números reales

En este capítulo se tratan la mayoría de las funciones de la calculadora que realizan cálculos con números reales, incluyendo algunas funciones numéricas utilizadas en programas (como ABS, la función de valor absoluto):

- Funciones exponenciales y logarítmicas.
- Funciones potenciales (y^x y $\sqrt[y]{y}$).
- Funciones trigonométricas.
- Funciones hiperbólicas.
- Funciones de porcentajes.
- Funciones de conversión de coordenadas, ángulos y unidades.
- Funciones de probabilidad.
- Partes de números (funciones de alteración de números).

Las funciones y cálculos aritméticos se han descrito en los capítulos 1 y 2. Las operaciones numéricas avanzadas (averiguación de raíces, integración, números complejos, conversiones de base y estadísticas) se describen en los siguientes capítulos.

En el teclado aparecen todas las funciones numéricas, excepto las funciones de probabilidad y de partes de números.

Las funciones de probabilidad (Cn,r , Pn,r , SD y R) se encuentran en el menú PROB (pulse \rightarrow **PROB**).

Las funciones de partes de números (IF , FP y HEX) se encuentran en el menú PARTS (pulse \rightarrow **PARTS**).

Funciones exponenciales y logarítmicas

Introduzca el número en pantalla y a continuación ejecute la función — no es necesario que pulse **ENTER**.

| Para calcular: | Pulse: |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Logaritmo natural (base e) | LN |
| Logaritmo decimal (base 10) | ↩ LOG |
| Exponente natural | e^x |
| Exponente decimal (antilogaritmo) | ↩ 10^x |

Funciones potenciales

Para calcular el cuadrado de un número x , teclee x y pulse **↩ x^2** .

Para calcular una potencia x de 10, teclee x y pulse **↩ 10^x** .

Para calcular un número y elevado a la potencia x , teclee y **ENTER** x y a continuación pulse **y^x** . (Para $y > 0$, x puede ser cualquier número racional; para $y < 0$, x debe ser un número entero; para $y = 0$, x debe ser positivo).

| Para calcular: | Pulse: | Resultado: |
|----------------|------------------------------------------------|----------------|
| 15^2 | 15 ↩ x^2 | 225.0000 |
| 10^6 | 6 ↩ 10^x | 1,000,000.0000 |
| 5^4 | 5 ENTER 4 y^x | 625.0000 |
| $2^{-1.4}$ | 2 ENTER 1.4 +/- y^x | 0.3789 |
| $(-1.4)^3$ | 1.4 +/- ENTER 3 y^x | -2.7440 |

Para calcular una raíz x de un número y (la x raíz de y), teclee y **ENTER** x y a continuación pulse **↵** **$\sqrt[x]{y}$** . Para $y < 0$, x debe ser un número entero.

| Para calcular: | Pulse: | Resultado: |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| $\sqrt[3]{-125}$ | 125 +/- ENTER 3 ↵ $\sqrt[x]{y}$ | -5.0000 |
| $\sqrt[3]{125}$ | 125 ENTER 3 ↵ $\sqrt[x]{y}$ | 5.0000 |
| $^{-1}\sqrt[4]{.37893}$ | .37893 ENTER 1.4 +/- ↵ $\sqrt[x]{y}$ | 2.0000 |

Trigonometría

Cómo introducir π

Pulse **↵** **π** para colocar los primeros 12 dígitos de π en el registro X.


(El número visualizado depende del formato de presentación). Al ser π una *función*, no es necesario separarlo de cualquier otro número mediante **ENTER**.

Tenga en cuenta que una calculadora no puede representar *exactamente* π , al ser π un número irracional.

Cómo definir el modo angular

El modo angular especifica la unidad de medida aplicada a los ángulos que se utilizan en funciones trigonométricas. Este modo *no* convierte los números ya existentes (vea “Funciones de Conversión” más adelante en este capítulo).










$$360 \text{ grados sexagesimales} = 2\pi \text{ radianes} = 400 \text{ grados centesimales}$$

Para definir el modo angular, pulse  **MODES**. Aparecerá un menú a partir del cual podrá seleccionar una opción.

| Opción | Descripción | Indicador |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| {DG} | Define el modo Grados sexagesimales (DEG). Utiliza los grados decimales, no grados, ni minutos, ni los segundos. | ninguno |
| {RD} | Define el modo Radianes (RAD). | RAD |
| {GR} | Define el modo Grados centesimales (GRAD). | GRAD |

Funciones trigonométricas


Con x en pantalla:

| Para calcular: | Pulse: |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seno de x . |  |
| Coseno de x . |  |
| Tangente de x . |  |
| Arco seno de x . |   |
| Arco coseno de x . |   |
| Arco tangente de x . |   |

Nota












Los cálculos en los que interviene el número irracional π no se pueden expresar *exactamente* mediante la precisión interna de 12 dígitos de la calculadora. Esto se nota principalmente en trigonometría. Por ejemplo, el cálculo de seno de π (radianes) no es cero, sino -2.0676×10^{-13} , un número muy pequeño cercano a cero.

Para definir el modo angular, pulse  **MODES**. Aparecerá un menú a partir del cual podrá seleccionar una opción.

| Opción | Descripción | Indicador |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| {DG} | Define el modo Grados sexagesimales (DEG). Utiliza los grados decimales, no grados, ni minutos, ni los segundos. | ninguno |
| {RD} | Define el modo Radianes (RAD). | RAD |
| {GR} | Define el modo Grados centesimales (GRAD). | GRAD |

Funciones trigonométricas

Con x en pantalla:

| Para calcular: | Pulse: |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Seno de x . |  |
| Coseno de x . |  |
| Tangente de x . |  |
| Arco seno de x . |   |
| Arco coseno de x . |   |
| Arco tangente de x . |   |






Nota



Los cálculos en los que interviene el número irracional π no se pueden expresar *exactamente* mediante la precisión interna de 12 dígitos de la calculadora. Esto se nota principalmente en trigonometría. Por ejemplo, el cálculo de seno de π (radianes) no es cero, sino -2.0676×10^{-13} , un número muy pequeño cercano a cero.

Ejemplo:

Demuestre que el coseno de $(5/7)\pi$ radianes y el coseno de 128.57° son iguales (hasta cuatro dígitos significativos).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------|
|  MODES { RD } | | Establece el modo Radianes; el indicador RAD está activado. |
|  5  7 ENTER | 0.7143 | 5/7 en formato decimal. |
|  π \times COS | -0.6235 | Coseno de $(5/7)\pi$. |
|  MODES { DG } | -0.6235 | Activa el modo Grados (sin indicador). |
| 128.57 COS | -0.6235 | Calcula el coseno de 128.57° , que es igual al coseno de $(5/7)\pi$. |

Notas sobre la programación:

Las ecuaciones en las que se utilizan funciones trigonométricas inversas para determinar un ángulo, θ , pueden presentarse como la siguiente:

$$\theta = \text{arcotangente } (y/x).$$

Si $x = 0$, entonces y/x no está definida, dando como resultado el mensaje de error **DIVIDE BY 0**. Para un programa, por lo tanto, convendría determinar θ mediante una *conversión de rectangular a polar*, que convierte (x, y) a (r, θ) . Vea “Conversión de coordenadas” más adelante en este capítulo.

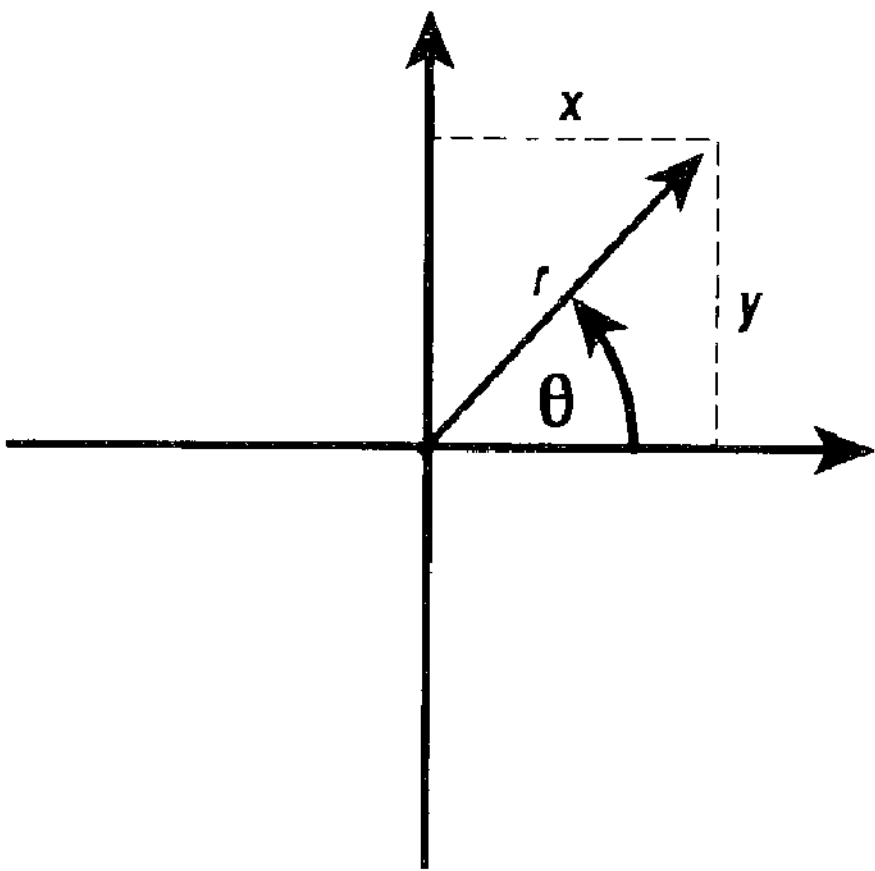
Funciones de conversión

Existen cuatro tipos de conversiones: de coordenadas (polar/rectangular), de ángulos (grados/radianes), de tiempo (decimal/minutos-segundos) y de unidades (centímetros/pulgadas, °C/°F, l/gal, Kg/lb).

Conversión de coordenadas

Los nombres de las funciones para estas conversiones son $y,x \rightarrow \theta,r$ y $\theta,r \rightarrow y,x$.

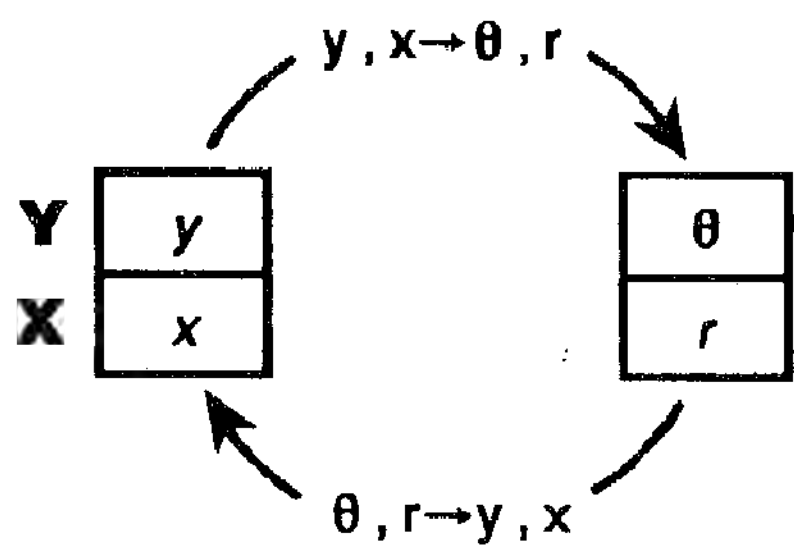
Las coordenadas polares (r,θ) y las coordenadas rectangulares (x,y) se miden como se muestra en la figura. El ángulo θ utiliza las unidades establecidas por el modo angular en curso. Un resultado calculado para θ estará entre -180° y 180° , entre $-\pi$ y π radianes o entre -200 y 200 grados centesimales.



Para convertir las coordenadas entre rectangulares y polares:

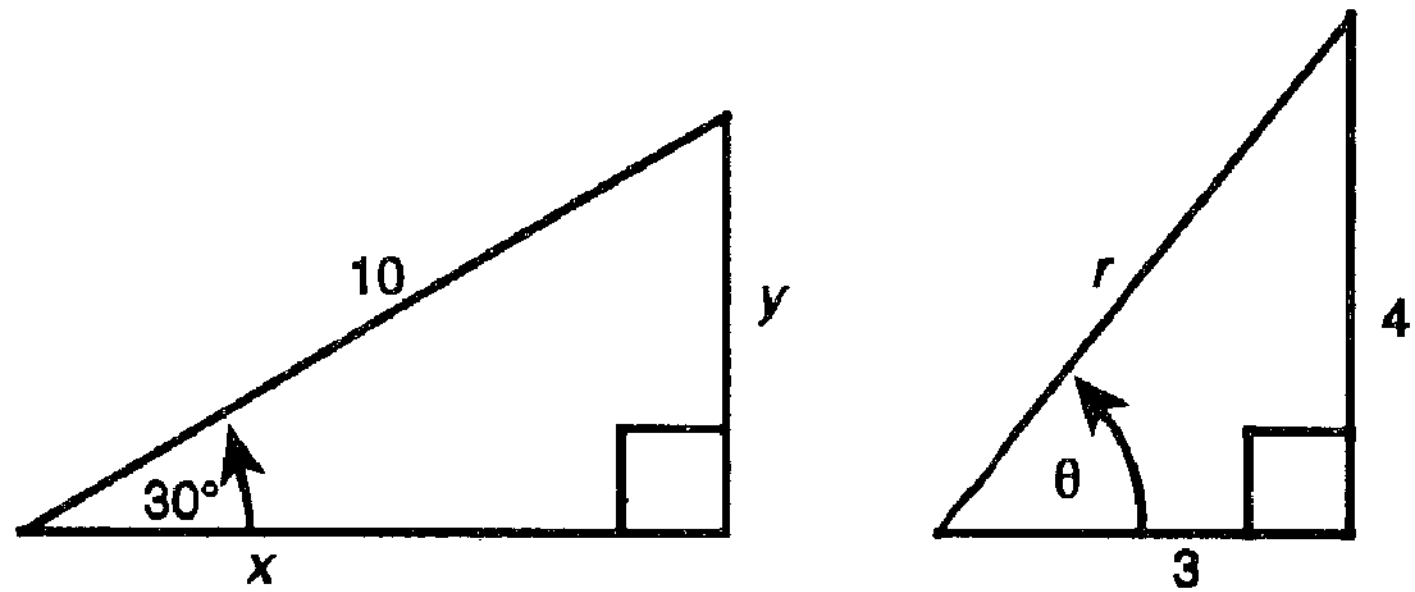
1. Introduzca las coordenadas (en forma rectangular o polar) que desea convertir. El orden es y **[ENTER]** x ó θ **[ENTER]** r .
2. Ejecute la conversión que desee: pulse **[←] [→θ,r]** (de rectangular a polar) ó **[→] [→y,x]** (de polar a rectangular). Las coordenadas convertidas ocuparán los registros X e Y.

3. El resultado que aparezca en pantalla (el registro X) mostrará r (resultado polar) ó x (resultado rectangular). Pulse $\boxed{x\leftrightarrow y}$ para ver θ ó y .



Ejemplo: Conversión de polar a rectangular.

En los siguientes triángulos rectos, encuentre los lados x e y del triángulo a la izquierda y la hipotenusa r y el ángulo θ del triángulo de la derecha.







| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|
| $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{MODES}}$ $\boxed{\{DG\}}$ | | Establece el modo Grados. |
| 30 $\boxed{\text{ENTER}}$ 10 $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\rightarrow y,x}$ | 8.6603 | Calcula x . |
| $\boxed{x\leftrightarrow y}$ | 5.0000 | Muestra y . |
| 4 $\boxed{\text{ENTER}}$ 3 $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\rightarrow \theta,r}$ | 5.0000 | Calcula la hipotenusa (r). |
| $\boxed{x\leftrightarrow y}$ | 53.1301 | Muestra θ . |

Conversión de ángulos




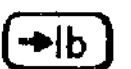

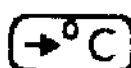

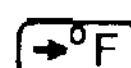








Al convertir a radianes, se supone que el número que se encuentra en el registro X está en grados; al convertir a grados, se supone que el número que se encuentra en el registro X está en radianes.

Para convertir un ángulo entre grados y radianes:

- 1. Introduzca el ángulo (en grados *decimales* ó radianes) que desea convertir.
- 2. Pulse   ó  . El resultado aparecerá en pantalla.




Conversión de unidades

La calculadora HP 32SII tiene ocho funciones de conversión de unidades en el teclado: \rightarrow kg, \rightarrow lb, \rightarrow° C, \rightarrow° F, \rightarrow cm, \rightarrow in, \rightarrow l y \rightarrow gal.



| Para convertir: | A: | Pulse: | Resultado mostrado: |
|-----------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1 lb | kg | 1   | 0.4536 (kilos) |
| 1 kg | lb | 1   | 2.2046 (libras) |
| 32 °F | °C | 32   | 0.0000 (°C) |
| 100 °C | °F | 100   | 212.0000 (°F) |
| 1 in | cm | 1   | 2.5400 (centímetros) |
| 100 cm | in | 100   | 39.3701 (pulgadas) |
| 1 gal | l | 1   | 3.7854 (litros) |
| 1 l | gal | 1   | 0.2642 (galones) |

Funciones de probabilidad



Factorial

Para calcular el valor *factorial* de un número entero positivo x ($0 \leq x \leq 253$), pulse   (la tecla de cambio izquierda ).

Gamma

Para calcular la *función gamma* de un número no entero $\Gamma(x)$, teclee $(x - 1)$ y pulse  . La función $x!$ calcula $\Gamma(x + 1)$. El valor para x no puede ser negativo.

Menú de probabilidad

Pulse   para ver el menú PROB (*probabilidad*), como se indica en la siguiente tabla. Este menú tiene funciones para calcular combinaciones y permutaciones, para generar semillas para números aleatorios y para obtener números aleatorios para esas semillas.

Menú PROB

| Etiqueta de Menú | Descripción |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| {Cn,r} | <i>Combinaciones.</i> Introduzca primero n y a continuación r (sólo números enteros no negativos). Calcula el número de <i>conjuntos</i> posibles de n elementos tomados en grupos de r elementos cada vez. Un elemento se puede encontrar sólo una vez en cada grupo y el orden distinto de los mismos elementos r <i>no</i> se cuenta por separado. |
| {Fn,r} | <i>Permutaciones.</i> Introduzca primero n y a continuación r (sólo números enteros no negativos). Calcula el número de <i>disposiciones</i> posibles de n elementos tomados en grupos de r elementos cada vez. Un elemento se puede encontrar sólo una vez en cada disposición y el orden distinto de los mismos elementos r <i>sí</i> se cuenta por separado. |
| {SD} | <i>Semilla.</i> Almacena el número en x como semilla nueva para el generador de números aleatorios. |
| {R} | <i>Generador de números aleatorios.</i> Genera un número aleatorio entre la gama $0 \leq x < 1$. (El número forma parte de una secuencia de números pseudoaleatorios uniformemente distribuida, que pasa la prueba espectral de D. Knuth, <i>Seminumerical Algorithms</i> , vol. 2, London: Addison Wesley, 1981). |

La función RANDOM (ejecutada pulsando {R}) utiliza una semilla para generar un número aleatorio. Cada número aleatorio generado se convierte en la semilla para el número aleatorio siguiente. Por lo tanto, una secuencia de números aleatorios se puede repetir comenzando con la misma semilla. Una nueva semilla se puede almacenar con la función SEED (pulsando {SD}). Si se borra la memoria, la semilla se iguala a cero.

Ejemplo: Combinaciones de personas.



Una empresa que emplea a 14 mujeres y a 10 hombres desea crear un comité de seguridad de 6 personas. ¿Cuántas combinaciones distintas de personas son posibles?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------|----------------|------------------------------------------------------------|
| 24 ENTER 6 | 6_ | Veinticuatro personas reunidas en grupos de seis cada vez. |
| → PROB | Cn,r Pn,r SD R | Menú de probabilidad. |
| {Cn,r} | 134,596.0000 | Número total de combinaciones posibles. |

Si los empleados se escogen al azar, ¿qué probabilidad hay de que el comité esté compuesto por seis mujeres? Para encontrar la *probabilidad* de una situación, divida el número de combinaciones *de esa situación* por el número *total* de combinaciones.


| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 14 ENTER 6 | 6_ | Veinticuatro mujeres reunidas en grupos de seis cada vez. |
| → PROB {Cn,r} | 3,003.0000 | Número de combinaciones de seis mujeres en el comité. |
| x↔y | 134,596.0000 | Vuelve a colocar el número total de combinaciones en el registro X. |
| ÷ | 0.0223 | Divide las combinaciones de mujeres por el total de combinaciones para encontrar una probabilidad de que exista una combinación de sólo mujeres. |

Partes de números


Las funciones del menú PARTS ( **PARTS**) indicadas en la siguiente tabla y la función  **RND** emplean mecanismos sencillos para alterar el número en el registro X. Estas funciones se utilizan principalmente en la programación.

Menú PARTS

| Etiqueta de menú | Descripción |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| {IF} | <i>Parte entera.</i> Elimina la parte fraccional de x y la sustituye con ceros. (Por ejemplo, la parte entera de 14.2300 es 14.0000). |
| {FF} | <i>Parte fraccional.</i> Elimina la parte entera de x y la sustituye con ceros. (Por ejemplo, la parte fraccional de 14.2300 es 0.2300). |
| {ABS} | <i>Valor absoluto.</i> Sustituye x con su valor absoluto. |

La función RND ( **RND**) redondea x internamente de acuerdo con el número de dígitos especificado en el formato de presentación. (El número interno se representa con 12 dígitos). Para más información sobre el funcionamiento de RND en el modo de presentación de fracciones, consulte el capítulo 5.

Nombres de funciones

Puede haber observado que el nombre de una función aparece en pantalla cuando se pulsa y se mantiene pulsada la tecla que ejecuta dicha función. (El nombre permanece en pantalla mientras se mantiene pulsada la tecla. Por ejemplo, al pulsar  , en pantalla aparece SQRT. “SQRT” es el nombre de la función, tal y como aparecerá en las líneas de programa (y normalmente también en las ecuaciones).

Fracciones

En la sección “Fracciones” del capítulo 1 se han explicado los procedimientos básicos para introducir, mostrar y calcular fracciones:

- Para introducir una fracción, pulse $\frac{\square}{\square}$ *dos veces*—después de la parte entera y entre el numerador y el denominador. Para introducir $2\frac{3}{8}$, pulse 2 $\frac{\square}{\square}$ 3 $\frac{\square}{\square}$ 8. Para introducir $5\frac{5}{8}$, pulse $\frac{\square}{\square}$ 5 $\frac{\square}{\square}$ 8 ó 5 $\frac{\square}{\square}$ $\frac{\square}{\square}$ 8.
- Para activar o desactivar el modo de presentación de fracciones, pulse \leftarrow **FDISP**. Cuando desactive el modo de presentación de fracciones, la pantalla volverá al formato de presentación anterior. (FIX, SCI, ENG y ALL también desactivan el modo de presentación de fracciones).
- Las funciones operan del mismo modo con las fracciones que con los números decimales—excepto para RND, que se trata más adelante en este capítulo.






En este capítulo se proporciona más información sobre cómo se utilizan y muestran las fracciones.

Cómo introducir las fracciones

En el teclado se puede introducir casi cualquier número como fracción, incluidas las fracciones impropias (donde el numerador es superior al denominador). Sin embargo, la calculadora presentará el signo \blacktriangle si no tiene en cuenta estas dos restricciones:

- El entero y el numerador no deben contener más de 12 dígitos en total.
- El denominador no debe contener más de 4 dígitos.

Ejemplo:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
|  FDISP | | Activa el modo de presentación de fracciones. |
| 1.5 ENTER | 1 1/2 | Introduce 1.5; mostrado como fracción. |
| 1  3  4 ENTER | 1 3/4 | Introduce 1 3/4. |
|  FDISP | 1.7500 | Muestra <i>x</i> como número decimal. |
|  FDISP | 1 3/4 | Muestra <i>x</i> como fracción. |

Si no ha obtenido el mismo resultado que en el ejemplo, puede que haya cambiado accidentalmente la presentación de las fracciones. (Vea “Cómo cambiar la presentación de las fracciones” más adelante en este capítulo).

A continuación se presentan más ejemplos de entradas de fracciones válidas y no válidas.

Las fracciones se pueden introducir sólo si el número base es 10—el número base normal. Para más información sobre cómo cambiar el número base, consulte el capítulo 10.

Fracciones en pantalla

En el modo de presentación de fracciones, los números se consideran internamente como números decimales y se presentan en pantalla utilizando las fracciones más exactas permitidas. Además, los indicadores de exactitud muestran la dirección de cualquier inexactitud de la fracción comparada con su valor decimal de 12 dígitos. (La mayoría de los registros estadísticos son excepciones, ya que suelen mostrarse en números decimales).

Reglas de presentación

La fracción que aparezca en pantalla puede diferenciarse de la que ha introducido. En su condición estándar, la calculadora muestra un número fraccional de acuerdo con las siguientes reglas. (Para cambiar las reglas, vea “Cómo cambiar la presentación de las fracciones” más adelante en este capítulo).

- El número tiene una parte entera y, si fuera necesario, una fracción propia (el numerador es inferior al denominador).
- El denominador no es superior a 4095.
- La fracción se reduce lo máximo posible.

Ejemplos:

En estos ejemplos se presentan los valores introducidos y los resultados en pantalla. Como punto de comparación, se muestran también los valores internos de 12 dígitos. Los indicadores ▲ y ▼ de la última columna se explican más abajo.

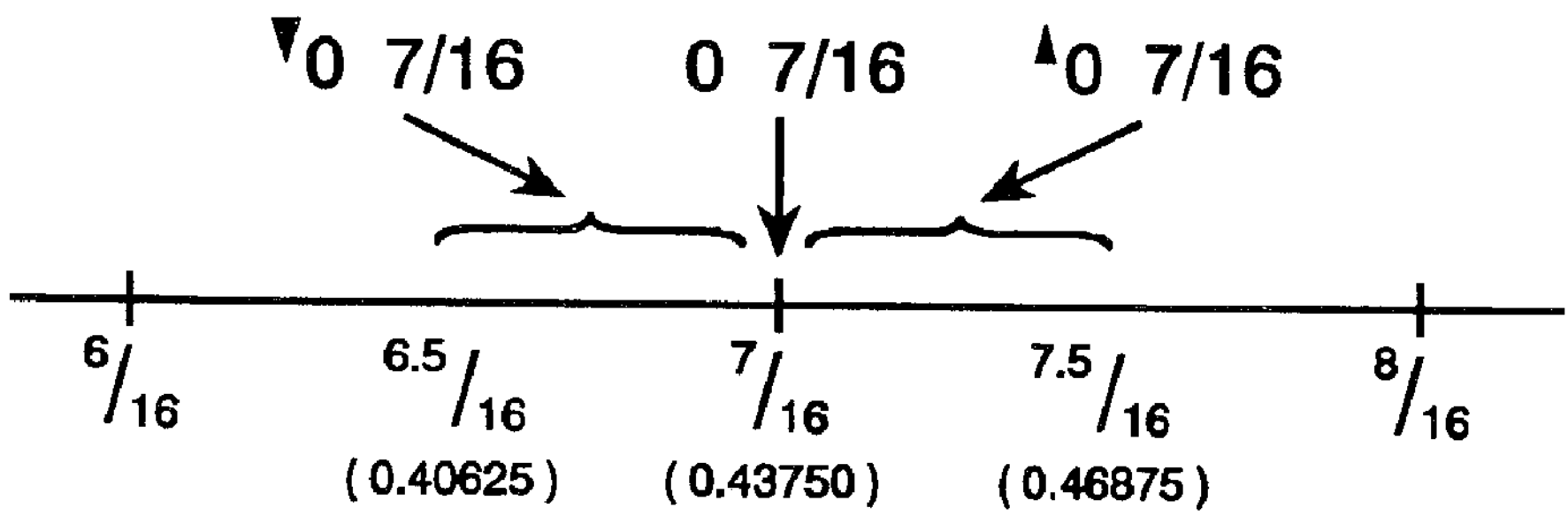
| Valor introducido | Valor interno | Fracción mostrada |
|----------------------------|---------------------|--------------------|
| $2 \frac{3}{8}$ | 2.375000000000 | $2 \frac{3}{8}$ |
| $14 \frac{15}{32}$ | 14.468750000000 | $14 \frac{15}{32}$ |
| $\frac{54}{12}$ | 4.500000000000 | $4 \frac{1}{2}$ |
| $6 \frac{18}{5}$ | 9.600000000000 | $9 \frac{3}{5}$ |
| $\frac{34}{12}$ | 2.833333333333 | ▼ $2 \frac{5}{6}$ |
| $\frac{15}{8192}$ | .183105468750 | ▲ $\frac{7}{3823}$ |
| $12345678 \frac{12345}{3}$ | (Entrada no válida) | ▲ |
| $16 \frac{3}{16384}$ | (Entrada no válida) | ▲ |

Indicadores de exactitud

La exactitud de la fracción mostrada se indica mediante los indicadores ▲ y ▼ en la parte superior de la pantalla. La calculadora compara el valor de la parte fraccional del número interno de 12 dígitos con el valor de la fracción mostrada:

- Si no aparece ningún indicador, la parte fraccional del valor interno de 12 dígitos coincide con el valor de la fracción mostrada.
- Si aparece ▲, la parte fraccional del valor interno de 12 dígitos es ligeramente superior al de la fracción mostrada: el numerador *exacto* no está a más de 0.5 *por encima* del numerador mostrado.
- Si aparece ▼, la parte fraccional del valor interno de 12 dígitos es ligeramente inferior al de la fracción mostrada: el numerador *exacto* no está a más de 0.5 *por debajo* del numerador mostrado.

En el siguiente diagrama se indica cómo la fracción mostrada se relaciona con los valores próximos—▲ indica que el numerador exacto está “ligeramente por encima” del numerador mostrado y ▼ indica que el numerador exacto está “ligeramente por debajo”.



Esto tiene especial importancia si cambia las reglas de presentación de las fracciones. (Vea “Cómo cambiar la presentación de las fracciones” más adelante). Por ejemplo, si fuerza todas las fracciones de forma que tengan 5 como denominador, entonces $\frac{2}{3}$ aparecerá como ▲ $\frac{3}{5}$ puesto que la fracción exacta es aproximadamente $\frac{3.3333}{5}$, “ligeramente por encima” de $\frac{3}{5}$. De forma parecida, $-\frac{2}{3}$ aparecerá como ▲ $-\frac{3}{5}$ puesto que el verdadero denominador está “ligeramente por encima” de 3.

Si pulsa **[←] [MEM] {VAR}** para ver el catálogo VAR, el indicador **▼▲** *no* indica la exactitud, sino que puede utilizar **[▲]** y **[▼]** para desplazarse de una a otra variable de la lista. La exactitud no aparece.

El indicador se presenta a veces sin motivo aparente. Por ejemplo, si introduce $2\frac{2}{3}$, aparecerá **▲ 2 2/3**, aunque ese sea el número exacto que ha introducido. La calculadora compara siempre la parte fraccional del valor interno y el valor de 12 dígitos de la fracción únicamente. Si el valor interno tiene una parte entera, la parte fraccional contendrá menos de 12 dígitos, por lo que no puede coincidir exactamente con una fracción que utiliza 12 dígitos.

Fracciones largas

Si la fracción mostrada es demasiado larga para que quepa en pantalla, aparecerá con **...** al principio. La parte de la fracción cabe siempre—el signo **...** indica que la parte entera no se muestra en pantalla en su totalidad. Para ver la parte entera (y la fracción decimal), pulse y mantenga pulsadas las teclas **[→] [SHOW]**. (No se puede desplazar la fracción en pantalla).

Ejemplo:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------|----------------|--------------------------------------|
| 14 [e^x] | ...04 888/3125 | Calcula e^{14} . |
| [→] [SHOW] | 1202604.28416 | Muestra todos los dígitos decimales. |
| [STO] A | ...04 888/3125 | Almacena el valor en <i>A</i> |
| [→] [VIEW] A | A=... 888/3125 | Visualiza <i>A</i> . |
| [C] [C] | 0 | Borra <i>x</i> . |

Cómo cambiar la presentación de las fracciones

En su condición estándar, la calculadora muestra un número fraccional de acuerdo con las siguientes reglas. (Vea “Reglas de presentación” más atrás en este capítulo). Sin embargo, puede cambiar las reglas en función de la presentación de las fracciones que desee:







- Puede establecer el denominador máximo que se utilice.
- Puede seleccionar uno de los tres formatos de fracciones.

A continuación se indica cómo cambiar la presentación de fracciones.

Cómo establecer el denominador máximo

Para cualquier fracción, el denominador se selecciona en función a un valor almacenado en la calculadora. Si considera las fracciones como $a/b/c$, entonces $/c$ corresponde al valor que controla el denominador.

El valor $/c$ define sólo el denominador *máximo* utilizado con el modo de presentación de fracciones—el denominador específico que se utiliza lo determina el formato de fracciones (se explica en el siguiente tema).

- Para establecer el valor $/c$, pulse n  , donde n es el denominador máximo que desea. n no puede ser superior a 4095. De esta forma se activa también el modo de presentación de fracciones.
- Para recuperar el valor $/c$ en el registro X, pulse 1  .
- Para recuperar el valor por defecto ó 4095, pulse 0  . (El valor por defecto se recupera también si utiliza 4095 ó superior). De esta forma se activa también el modo de presentación de fracciones.

La función $/c$ utiliza el valor absoluto de la parte entera del número que se encuentra en el registro X. El valor del registro LAST X no cambia.

Cómo elegir el formato de fracciones

La calculadora tiene tres formatos de fracciones. Independientemente del formato, las fracciones mostradas serán siempre las más cercanas dentro de las reglas de ese formato.

- **Fracción muy precisa.** Las fracciones tienen cualquier denominador hasta el valor $/c$ y se reducen todo lo posible. Por ejemplo, si está estudiando conceptos matemáticos con fracciones, puede desear ver *cualquier* denominador posible (el valor $/c$ es 4095). Este es el formato de fracciones estándar.
- **Factores del denominador.** Las fracciones tienen sólo denominadores que son factores del valor $/c$ y se reducen todo lo posible. Por ejemplo, si está calculando los precios de stock, puede desear ver $53\frac{1}{4}$ y $37\frac{7}{8}$ (el valor $/c$ es 8). O bien, si el valor $/c$ es 12, los denominadores posibles son 2, 3, 4, 6 y 12.
- **Denominador fijo.** Las fracciones utilizan siempre el valor $/c$ como denominador—no se reducen. Por ejemplo, si está trabajando con medidas de tiempo, puede desear ver $1\frac{25}{60}$ (el valor $/c$ es 60).

Para seleccionar un formato de fracciones, deberá cambiar las instrucciones de dos *indicadores*. Cada indicador se puede “definir” o “borrar” y en un caso la instrucción del indicador 9 no tiene importancia.

| Para obtener este formato de fracciones: | Cambie estos indicadores: | |
|------------------------------------------|---------------------------|---------|
| | 8 | 9 |
| Muy precisa | Borrado | — |
| Factores del denominador | Fijado | Borrado |
| Denominador fijo | Fijado | Fijado |

Los indicadores 8 y 9 se pueden cambiar para establecer el formato de fracciones siguiendo los pasos aquí indicados. (Los indicadores son especialmente útiles en los programas, por lo que se explican detalladamente en el capítulo 13).

1. Pulse  **FLAGS** para acceder al menú de indicadores.

2. Para establecer un indicador, pulse {SF} y teclee el número de indicador, como por ejemplo 8.

Para borrar un indicador, pulse {CF} teclee el número del mismo.

Para ver si se ha establecido el indicador, pulse {FS?} y teclee el número del mismo. Pulse [C] ó [←] para borrar la respuesta YES ó NO.

Ejemplos de presentaciones de fracciones

En la siguiente tabla se muestra cómo aparece el número 2.77 en los tres formatos de presentación de fracciones para dos valores /c.

| Formato Fracción | Cómo se presenta el 2.77 | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| | /c = 4095 | /c = 16 |
| Muy precisa | 2 77/100 (2.7700) | ▲ 2 10/13 (2.7692) |
| Factores del denominador | ▲ 2 1051/1365 (2.7699) | ▲ 2 3/4 (2.7500) |
| Denominador fijo | ▲ 2 3153/4095 (2.7699) | ▲ 2 12/16 (2.7500) |

En la siguiente tabla se muestra cómo aparecen los distintos números en los formatos de fracciones para un valor /c de 16.

| Formato Fracción* | Número introducido y fracción mostrada | | | | |
|---------------------------|----------------------------------------|--------|-----------|-----------|-----------|
| | 2 | 2.5 | 2 2/3 | 2.9999 | 2 16/25 |
| Muy precisa | 2 | 2 1/2 | ▲ 2 2/3 | ▼ 3 | ▲ 2 7/11 |
| Factores de denominador | 2 | 2 1/2 | ▼ 2 11/16 | ▼ 3 | ▲ 2 5/8 |
| Denominador fijo | 2 0/16 | 2 8/16 | ▼ 2 11/16 | ▼ 2 16/16 | ▲ 2 10/16 |
| * Para un valor /c de 16. | | | | | |

Ejemplo:

Suponga que un stock tiene un valor actual de $48 \frac{1}{4}$. Si baja del $2 \frac{5}{8}$, ¿Qué valor tendrá? ¿Cuál será el 85 por ciento de ese valor?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| FLAGS {SF} 8 | | Establece el indicador 8, borra el indicador 9 para el formato “factores de denominador”. |
| FLAGS {CF} 9 | | |
| 8 /C | | Establece el formato de fracciones para $\frac{1}{8}$ incrementos. |
| 48 1 4 ENTER | 48 1/4 | Introduce el valor inicial. |
| 2 5 8 | 45 5/8 | Resta el cambio. |
| 85 % | ▲ 38 3/4 | Encuentra el valor de 85% más cercano a $\frac{1}{8}$. |

Redondeo de fracciones

Si el modo de presentación de fracciones está activado, la función RND convierte el número del registro X en la representación decimal más cercana a la fracción. El redondeo se realiza de acuerdo con el valor /c actual y con la definición de los indicadores 8 y 9. El indicador de exactitud se apaga si la fracción coincide exactamente con la representación decimal. De lo contrario, el indicador de exactitud se mantiene encendido. (Vea “Indicadores de exactitud” más atrás en este capítulo).

En una ecuación o programa, la función RND realiza el redondeo de fracciones si el modo de presentación de fracciones está activado.

Ejemplo:

Suponga que tiene un espacio de $56 \frac{3}{4}$ pulgadas que quiere dividir en seis secciones iguales. ¿Qué ancho tendrá cada sección, suponiendo

que puede medir los incrementos de $\frac{1}{16}$ sin dificultades? ¿Cuál es el error de redondeo acumulativo?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 | | Establece el formato de fracciones para incrementos de $\frac{1}{16}$ pulgadas. (Los indicadores 8 y 9 serán los mismos que los del ejemplo anterior). |
| 56 3 4 D | 56 3/4 | Almacena la distancia en <i>D</i> . |
| 6 | ▲ 9 7/16 | Las secciones son ligeramente más anchas que 9 $\frac{7}{16}$ pulgadas. |
| | 9 7/16 | Redondea el ancho según este valor. |
| 6 | 56 5/8 | Ancho de seis secciones. |
| D | -0 1/8 | Error de redondeo acumulativo. |
| {CF} 8 | -0 1/8 | Borra el indicador 8. |
| | -0.1250 | Desactiva el modo de presentación de fracciones. |

Fracciones en las ecuaciones

Cuando introduzca una ecuación, podrá teclear un número como fracción. Cuando la ecuación aparezca en pantalla, todos los valores numéricos aparecen como valores decimales; el modo de presentación de fracciones se ignora.

Cuando halle el valor de una ecuación y le pregunten los valores de las variables, podrá introducir fracciones; los valores se presentarán utilizando el formato de presentación en curso.


Para más información sobre cómo trabajar con ecuaciones, consulte el capítulo 6.

Fracciones en programas

Cuando teclee un programa, podrá teclear un número como fracción, pero se convertirá en valor decimal. Todos los valores numéricos de un programa se presentan como valores decimales; el modo de presentación de fracciones se ignora.

Cuando ejecute un programa, los valores mostrados aparecerán en el modo de presentación de fracciones, si está activado. Si las instrucciones INPUT le piden los valores, puede introducir fracciones, independientemente del modo de presentación.

Un programa puede controlar la presentación de fracciones utilizando la función /c y estableciendo y borrando los indicadores 7, 8 y 9.

Al establecer el indicador 7 se activa el modo de presentación de fracciones— **FDISP** no es programable. Vea “Indicadores” en el capítulo 13.

Para más información sobre cómo trabajar con programas, consulte los capítulos 12 y 13.

Cómo introducir y calcular las ecuaciones

Usos de las ecuaciones

En la calculadora HP 32SII las ecuaciones se pueden utilizar de distintas maneras:

- Para especificar la ecuación que se va a calcular (en este capítulo).
- Para especificar una ecuación que resuelva valores no conocidos (capítulo 7).
- Para especificar la función que se va a integrar (capítulo 8).

Ejemplo: Cómo calcular con una ecuación.

Suponga que con frecuencia necesita determinar el volumen de la sección recta de una tubería. La ecuación es como la siguiente:

$$V = .25 \pi d^2 l$$

donde d es el diámetro interno de la tubería y l es su longitud.

Tendría que realizar cada vez el cálculo; por ejemplo,

.25 **[ENTER]** **[→]** **[π]** **[×]** 2.5 **[←]** **[x²]** **[×]** 16 **[×]** calcula el volumen de 16 pulgadas de una tubería con diámetro de $1/2$ pulgadas (78.5398 pulgadas cúbicas). Sin embargo, si almacena la *ecuación*, la calculadora HP 32SII “recordará” la relación entre diámetro, longitud y volumen, de forma que pueda utilizarla siempre que quiera.

Ponga la calculadora en el modo de Ecuaciones e introduzca la ecuación pulsando las siguientes teclas:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EQN | EQN LIST TOP o la ecuación actual. | Selecciona el modo de Ecuaciones, indicado por EQN . |
| RCL | ■ | Comienza una ecuación nueva, activando el cursor para la entrada de ecuaciones "■". RCL activa el indicador A..Z para que pueda introducir el nombre de la variable. |
| V = | V=■ | RCL V escribe 'V' y desplaza el cursor a la derecha. |
| .25 | V= 0.25_ | La introducción de dígitos utiliza el cursor correspondiente "_". |
| | V=0.25×π×■ | termina el número y recupera el cursor "■". |
| RCL D 2 | =0.25×π×D^ 2_ | escribe ^. |
| RCL L | 0.25×π×D^2×L■ | V= elimina la parte izquierda de la pantalla. |
| ENTER | V=0.25×π×D^2× | Termina y muestra la ecuación. → muestra que parte de la ecuación no cabe en pantalla y ▴ encima de indica que puede pulsar para ver los caracteres en esa dirección. |
| SHOW | CK=5836 026.0 | Muestra la verificación y longitud de la ecuación, para que pueda comprobar los datos introducidos. |

Si compara la verificación y longitud de su ecuación con las del ejemplo, podrá comprobar si la ha introducido correctamente. (Para más información, vea “Cómo verificar las ecuaciones” al final de este capítulo).

6-2 Cómo introducir y calcular las ecuaciones




















Calcule la ecuación (para calcular V):

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENTER | $D?$ <i>valor</i> | Solicita las variables de la parte derecha de la ecuación. Solicita primero el valor para D ; <i>valor</i> es el valor correcto de D . |
| 2 ○ 1 ○ 2 | $D?$ 2 1/2 _ | Introduce 2 ¹ / ₂ pulgadas como una fracción. |
| R/S | $L?$ <i>valor</i> | Almacena D , solicita el valor para L ; <i>valor</i> es el valor actual de L . |
| 16 R/S | $V=78.5398$ | Almacena L ; calcula V en pulgadas cúbicas y almacena el resultado en V . |

Resumen de operaciones con ecuaciones

Todas las ecuaciones que cree se almacenarán en la *lista de ecuaciones*. Esta lista aparecerá siempre que active el modo de Ecuaciones.

Para realizar operaciones que incluyan ecuaciones, se utilizarán determinadas teclas. Estas se describen detalladamente a continuación.



| Tecla | Operación |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | Entra y sale del modo de Ecuaciones. |
|  | Calcula la ecuación mostrada. Si la ecuación es una <i>asignación</i> , calcula la parte derecha y almacena el resultado en la variable de la parte izquierda. Si la ecuación es una <i>igualdad</i> o una <i>expresión</i> , calcula su valor como  . (Vea “Tipos de ecuaciones” más adelante en este capítulo). |
|  | Calcula la ecuación mostrada. Calcula su valor, sustituyendo “=” por “-” si un “=” está presente. |
|   | Resuelve la ecuación mostrada para encontrar la variable incógnita especificada. (Vea el capítulo 7). |
|   | Integra la ecuación mostrada respecto a la variable especificada. (Vea el capítulo 8). |
|  | Comienza a editar la ecuación mostrada; al pulsar otras teclas se borra la función o variable más a la derecha. |
|   | Borra la ecuación mostrada de la lista de ecuaciones. |
|   ó   | Se desplaza hacia arriba o hacia abajo en la lista de ecuaciones. |
|   | Muestra la verificación de la ecuación mostrada (valor de verificación) y la longitud (bytes de memoria). |
|  | Sale del modo de Ecuaciones. |

Las ecuaciones se pueden utilizar también en programas—consulte el capítulo 12.

Cómo introducir ecuaciones en la lista de ecuaciones

La *lista de ecuaciones* está compuesta por las ecuaciones que ha introducido. La lista se almacena en la memoria de la calculadora. Cada ecuación que introduzca se almacenará automáticamente en la lista de ecuaciones.

Para introducir una ecuación:

1. Asegúrese de que la calculadora está en el modo de operaciones normal, normalmente con un número en pantalla. Por ejemplo, no puede estar viendo el catálogo de variables o programas.
2. Pulse  **EQN**. El indicador **EQN** señala que el modo de Ecuaciones está activado y en pantalla aparece una entrada de la lista de ecuaciones.
3. Comience a introducir la ecuación. La pantalla anterior se sustituirá por la ecuación que introduzca, sin que afecte a la ecuación anterior. Si comete un error, pulse  según corresponda.
4. Pulse **ENTER** para terminar la ecuación y obsérvela en pantalla. La ecuación se almacena automáticamente en la lista de ecuaciones—justo después de la entrada que aparecía cuando había comenzado a teclear. (Si, en cambio, pulsa **C**, la ecuación se almacenará, pero se desactivará el modo de Ecuaciones).

La ecuación puede ser todo lo larga que desee—la única limitación es la cantidad de memoria disponible.

Las ecuaciones pueden contener variables, números, funciones y paréntesis—cómo se describe en las siguientes secciones. En el siguiente ejemplo se presentan estos elementos.

Variables en las ecuaciones

En una ecuación se puede utilizar cualquiera de las 28 variables de la calculadora: de *A* a *Z*, *i* e **(i)**. Cada variable la puede utilizar cuantas veces desee. (Para más información sobre **(i)**, consulte “Direccionamiento indirecto de variables y etiquetas” en el capítulo 13).

Para introducir una variable en una ecuación, pulse **(RCL)** *variable* (ó **(STO)** *variable*). Cuando pulse **(RCL)**, el indicador **A..Z** señalará que puede pulsar la tecla de la variable para introducir su nombre en la ecuación.

Números en las ecuaciones

En una ecuación se puede introducir cualquier número válido, *excepto* las fracciones y números que no tienen base 10. Los números aparecerán siempre que se utilice el formato de presentación ALL, que presenta hasta 12 caracteres.

Para introducir un número en una ecuación puede utilizar las teclas estándar para la introducción de números, incluidas **(.)**, **(+/-)** y **(E)**. Pulse **(+/-)** sólo después de haber tecleado uno o más dígitos. No utilice **(+/-)** para restar.

Al introducir el número, el cursor cambiará de “█” a “_” para indicar la introducción de números. El cursor volverá a su formato inicial cuando pulse una tecla no numérica.

Funciones en las ecuaciones

En una ecuación puede introducir muchas funciones de la calculadora HP 32SII. La lista completa se proporciona en “Funciones de ecuaciones” más adelante en este capítulo. Esta información se proporciona también en el apéndice F, “Índice de operaciones”.

Al introducir una ecuación, las funciones se introducirán de forma parecida que en las ecuaciones algebraicas normales:

- En una ecuación, determinadas funciones normalmente aparecen *entre* sus argumentos, como “+” y “÷”. Introduzca dichos operadores *infixos* en una ecuación en el mismo orden.
- Algunas funciones normalmente tienen uno o más argumentos *después* del nombre de la función, como “COS” y “LN”. Introduzca dichas funciones *prefijas* en una ecuación cuando tenga lugar la función, la tecla que pulse colocará un paréntesis izquierdo después del nombre de la función, de forma que pueda introducir sus argumentos.

Si una función tiene dos o más argumentos, pulse **SPACE** (en la tecla **R/S**) para separarlos.

Si después de la función existen otras operaciones, pulse **→** **)** para completar los argumentos de la función; de lo contrario, no es necesario que añada el paréntesis final “)”.

Si la primera tecla en una ecuación es una función de la fila superior de teclas y si la ecuación mostrada tiene el indicador **■** activado, tiene que pulsar primero **→** **SCRL** para desactivar el indicador. (Para más información, vea la sección “Cómo visualizar y seleccionar ecuaciones” más adelante en este capítulo).

Paréntesis en las ecuaciones

En las ecuaciones se pueden incluir paréntesis para controlar el orden de ejecución de las operaciones. Pulse **→** **(** y **→** **)** para insertar los paréntesis. (Para más información, consulte la sección “Precedencia del operador” más adelante en este capítulo).

Ejemplo: Introducción de una ecuación.

Introduzca la ecuación $r = 2 \times c \times \cos (t - a)$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| | $V=0.25 \times \pi \times D^2 \times$ | Muestra la última ecuación utilizada en la lista de ecuaciones. |
| R | R=■ | Comienza una nueva ecuación con la variable R. |
| 2 | R= 2_ | Introduce un número, cambiando el cursor a “_”. |
| C | R=2xCx■ | Introduce operadores infijos. |
| | R=2xCxCOS(■ | Introduce una función prefija con un paréntesis izquierdo. |
| T A | xCxCOS(T-A)■ | Introduce el argumento y el paréntesis derecho. Este paréntesis final es opcional. |
| | R=2xCxCOS(T- | Termina la ecuación y la muestra en pantalla. |
| | CK=56C1 018.0 | Muestra su verificación y longitud. |
| | | Sale del modo de Ecuaciones. |

Cómo visualizar y seleccionar las ecuaciones

La lista de ecuaciones contiene las ecuaciones que ha introducido. Puede visualizar las ecuaciones y seleccionar aquella con la que quiere trabajar.

Para visualizar las ecuaciones:

1. Pulse \rightarrow $\boxed{\text{EQN}}$. Esto activa el modo de Ecuaciones y activa el indicador **EQN**. En pantalla aparece una entrada de la lista de ecuaciones:
 - **EQN LIST TOP** si no existen ecuaciones en la lista de ecuaciones o si el puntero de ecuaciones se encuentra al principio de la lista.
 - La ecuación actual (la última ecuación que ha visto).
2. Pulse \leftarrow $\boxed{\blacktriangle}$ ó \leftarrow $\boxed{\blacktriangledown}$ para desplazarse por la lista de ecuaciones y ver cada ecuación. La list “serpentea” al principio y al final. **EQN LIST TOP** marca el “principio” de la lista.

Para ver una ecuación larga:

1. Visualice la ecuación en la lista de ecuaciones, como se ha descrito. Si tiene más de 12 caracteres, se verán sólo 12 caracteres. El indicador \rightarrow señala que existen más caracteres a la derecha. El indicador \blacktriangledown sobre $\boxed{\Sigma+}$ significa que el desplazamiento está activado.
2. Pulse $\boxed{\Sigma+}$ para desplazarse en la ecuación de un carácter cada vez y ver los caracteres de la derecha. Pulse $\boxed{\sqrt{x}}$ para ver los caracteres de la izquierda. \leftarrow y \rightarrow se desactivan si no existen más caracteres a la izquierda o a la derecha.

Pulse \rightarrow $\boxed{\text{SCRL}}$ para activar o desactivar el desplazamiento. Cuando el desplazamiento esté desactivado, aparecerá el extremo izquierdo de la ecuación, el indicador \blacktriangledown estará desactivado y las teclas que no sean de cambio de la fila superior realizarán las funciones que representan. Deberá desactivar el desplazamiento si desea introducir una ecuación nueva que comience con una función de la fila superior, como LN.

Para seleccionar una ecuación:

Visualice la ecuación en la lista de ecuaciones, como se describe más arriba. La ecuación mostrada es la que se utiliza para todas las operaciones con ecuaciones.

Ejemplo: Visualizar una ecuación.

Visualice la última ecuación que ha introducido.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|--------------|-------------------------------------------------------|
| | R=2XCXCOS(T- | Muestra la ecuación actual en la lista de ecuaciones. |
| | 2XCXCOS(T-A) | Muestra otros dos caracteres a la derecha. |
| | =2XCXCOS(T-A | Muestra un carácter a la izquierda. |
| | | Sale del modo de Ecuaciones. |

Cómo editar y borrar las ecuaciones

Las ecuaciones que haya tecleado se pueden editar o borrar. Asimismo se pueden editar o borrar ecuaciones almacenadas en la lista de ecuaciones.

Para editar la ecuación que está tecleando:

1. Pulse repetidas veces hasta que borre el número o función que no desea.

Si está tecleando un número decimal y el cursor “_” para la introducción de dígitos está activado, borra sólo el carácter más a la derecha. Si borra todos los caracteres de un número, la calculadora presenta nuevamente el cursor “■” para la entrada de ecuaciones.

Si el cursor “■” para la entrada de ecuaciones está activado, al pulsar se borra *todo* el número o función que se encuentra más a la derecha.

2. Vuelva a teclear el resto de la ecuación.
3. Pulse **ENTER** (ó **C**) para almacenar la ecuación en la lista de ecuaciones.

Para editar una ecuación almacenada:

1. Visualice la ecuación deseada. (Vea “Cómo visualizar y seleccionar las ecuaciones” más arriba).
2. Pulse **↵** (sólo una vez) para comenzar a editar la ecuación. El cursor “■” para la entrada de ecuaciones aparecerá al final de la ecuación. No se borrará ningún dato de la ecuación.
3. Utilice **↵** para editar la ecuación como se ha descrito arriba.
4. Pulse **ENTER** (ó **C**) para almacenar la ecuación editada en la lista de ecuaciones y sustituir la versión anterior.

Para borrar la ecuación que está tecleando:

Pulse **←** **CLEAR** y a continuación pulse {Y}. En pantalla aparecerá la entrada anterior de la lista de ecuaciones.









Para borrar una ecuación almacenada:

1. Visualice la ecuación deseada. Vea “Cómo visualizar y seleccionar las ecuaciones” más arriba).
2. Pulse **←** **CLEAR**. En pantalla aparecerá la entrada anterior de la lista de ecuaciones.

Para borrar *todas* las ecuaciones, bórrelas de una en una: desplácese por la lista de ecuaciones hasta que llegue a EQN LIST TOP, pulse **←** **▲** y a continuación pulse **←** **CLEAR** repetidas veces, según aparezca cada ecuación, hasta que vea EQN LIST TOP.

Ejemplo: Edición de una ecuación.

Borre el paréntesis derecho opcional de la ecuación del ejemplo anterior.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | R=2XCXCOS(T- | Muestra la ecuación actual en la lista de ecuaciones. |
|  | XCXCOS(T-A)■ | Activa el modo de entrada de ecuaciones y presenta el cursor "■" al final de la ecuación. |
|  | 2XCXCOS(T-A■ | Borra el paréntesis derecho. |
|   | =2XCXCOS(T-A | Muestra el final de la ecuación editada en la lista de ecuaciones. |
|  | | |
|  | | Sale del modo de Ecuaciones. |

Tipos de ecuaciones

La calculadora HP 32SII trabaja con tres tipos de ecuaciones:

- **Igualdades.** La ecuación contiene un “=” y la parte izquierda contiene más de una única variable. Por ejemplo, $x^2 + y^2 = r^2$ es una *igualdad*.
- **Asignaciones.** La ecuación contiene un “=” y la parte izquierda contiene una única variable. Por ejemplo, $A = 0.5 \times b \times h$ es una *asignación*.
- **Expresiones.** La ecuación *no* contiene un “=”. Por ejemplo, $x^3 + 1$ es una *expresión*.

Cuando realice una operación que incluya una ecuación, puede utilizar cualquier tipo de ecuación, pero tenga en cuenta que el tipo puede afectar a la resolución del cálculo. Cuando resuelva un problema con una variable desconocida, es probable que utilice una igualdad o una asignación. Cuando integre una función, es probable que utilice una expresión.

Cómo calcular las ecuaciones

Una de las características más útiles de las ecuaciones es su posibilidad de ser *calculadas*, para generar valores numéricos. Esto es lo que le permite calcular un resultado a partir de una ecuación. (Asimismo, le permite resolver e integrar ecuaciones, como se describe en los capítulos 7 y 8).

Puesto que muchas ecuaciones tiene dos partes separadas mediante “=”, el valor básico de una ecuación es la *diferencia* entre los valores de las dos partes. En este cálculo, el “=” en una ecuación se trata esencialmente como “-”. Este valor es la medida de la correspondencia del equilibrio de la ecuación.

La calculadora HP 32SII tiene dos teclas para calcular ecuaciones: **ENTER** y **XEQ**. Su acción se diferencia sólo en cómo calculan las ecuaciones de *asignación*:

- **XEQ** devuelve el valor de la ecuación, independientemente del tipo de ecuación.
- **ENTER** devuelve el valor de la ecuación—*a menos* que sea una ecuación del tipo *asignación*. Para una ecuación de asignación, **ENTER** presenta sólo el valor de la parte derecha e “introduce” ese valor en la variable de la parte izquierda: almacena el valor en la variable.

En la tabla de la página siguiente se presentan dos formas para calcular las ecuaciones.

| Tipo de ecuación | Resultado de ENTER | Resultado de XEQ |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Igualdad: $g(x) = f(x)$ Ejemplo: $x^2 + y^2 = r^2$ | $g(x) - f(x)$ $x^2 + y^2 - r^2$ | |
| Asignación: $y = f(x)$ Ejemplo: $A = 0.5 \times b \times h$ | $f(x) *$ $0.5 \times b \times h *$ | $y - f(x)$ $A - 0.5 \times b \times h$ |
| Expresión: $f(x)$ Ejemplo: $x^3 + 1$ | $f(x)$ $x^3 + 1$ | |
| * También almacena el resultado en la variable de la izquierda, A por ejemplo. | | |

Para calcular una ecuación:

1. Visualice la ecuación deseada. (Vea “Cómo visualizar y seleccionar las ecuaciones” más arriba).
2. Pulse **ENTER** ó **XEQ**. La ecuación solicitará un valor para cada variable necesaria. (Si ha cambiado la base del número, ésta volverá automáticamente a la base 10).
3. Tras cada indicador, introduzca el valor deseado:
 - Si el valor mostrado es válido, pulse **R/S**.
 - Si desea un valor distinto, teclee el valor y pulse **R/S**. (Vea también “Cómo responder a los indicadores de la ecuación” más adelante en este capítulo).

Al realizar el cálculo de una ecuación, los valores no se toman de la pila: se utilizan sólo los números de la ecuación y los valores de la variable. El valor de la ecuación aparece en el registro X. Esto no afecta al registro LAST X.












Cómo utilizar ENTER para realizar cálculos

Si en la lista de ecuaciones aparece una ecuación, puede pulsar **ENTER** para calcularla. (Si está *tecleando* la ecuación, al pulsar **ENTER** sólo se *termina* la ecuación—no se calcula).


- Si la ecuación es una *asignación*, se calcula sólo la parte derecha. El resultado aparece en el registro X y se almacena en la variable de la izquierda. A continuación la variable se presenta (VIEW) en pantalla. Esencialmente, **ENTER** encuentra el valor de la variable de la izquierda.
- Si la ecuación es una *igualdad* ó una *expresión*, se calcula toda la ecuación—así como con **XEQ**. El resultado aparece en el registro X.

Ejemplo: Cálculo de una ecuación con ENTER.

Utilice la ecuación presentada al principio de este capítulo para encontrar el volumen de una tubería con 35 mm de diámetro y 20 metros de longitud.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     (según se precise) | $V=0.25\times\pi\times D^2\times$ | Muestra la ecuación deseada. |
|  | D?2.5000 | Comienza a calcular la ecuación de asignación para que el valor se almacene en V . Solicita las variables de la parte derecha de la ecuación. El valor actual para D es 2.5000. |
| 35  | L?16.0000 | Almacena D , solicita el valor para L , cuyo valor actual es 16.0000. |
| 20  1000   | $V=19,242,255.00$ | Almacena L en milímetros; calcula V en milímetros cúbicos, almacena el resultado en V y muestra V . |
|  6  | 19.2423 | Cambia de milímetros cúbicos a litros (pero no cambia V). |

Cómo utilizar XEQ para realizar cálculos

Si en la lista de ecuaciones aparece una ecuación, puede pulsar  para calcularla. Se calculará toda la ecuación, independientemente del tipo de ecuación. El resultado aparece en el registro X.

Ejemplo: Cálculo de una ecuación con XEQ.

Utilice los resultados del ejemplo anterior para encontrar la diferencia del volumen de la tubería si el diámetro es de 35.5 milímetros.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EQN | $V=0.25\times\pi\times D^2\times$ | Muestra la ecuación deseada. |
| XEQ | $V?19,242,255.00$ | Comienza a calcular la ecuación para encontrar su valor. Solicita los valores de <i>todas</i> las variables. |
| R/S | $D?35.0000$ | Mantiene el mismo V , solicita el valor para D . |
| 35.5 R/S | $L?20,000.0000$ | Almacena el nuevo D , solicita el valor para L . |
| R/S | $-553,705.7051$ | Mantiene la misma L ; calcula el valor de la ecuación—el desequilibrio entre la parte izquierda y derecha. |
| E 6 | -0.5537 | Cambia de milímetros cúbicos a litros. |

El valor de la ecuación es el volumen antiguo (de V) *menos* el valor nuevo (calculado utilizando el nuevo valor D)—por lo que el volumen antiguo es inferior a la cantidad mostrada.

Cómo responder a los indicadores de la ecuación

Cuando calcule una ecuación, se solicitará que introduzca un valor para cada variable que sea necesaria. El indicador proporciona el nombre de la variable y su valor actual, como $X?2.5000$.

- Para dejar el número intacto, pulse sólo **R/S**.

- **Para cambiar el número**, teclee el número nuevo y pulse **(R/S)**. Este número nuevo se superpondrá al valor antiguo en el registro X. Si lo desea, puede introducir un número como fracción. Si necesita calcular un número, utilice las teclas de cálculo normales y a continuación pulse **(R/S)**. Por ejemplo, puede pulsar 2 **(ENTER)** 5 **(y^x)** **(R/S)**.
- **Para calcular con el número mostrado**, pulse **(ENTER)** antes de teclear otro número.
- **Para borrar el indicador**, pulse **(C)**. El valor actual para la variable permanece en el registro X. Si pulsa **(C)** durante la introducción de dígitos, se borrará todo el número y aparecerá un cero. Pulse de nuevo **(C)** para borrar el indicador.
- **Para mostrar los dígitos que oculta el indicador**, pulse **(→)** **(SHOW)**.

Cada indicador coloca el valor de la variable en el registro X y desactiva el proceso de apilar en la pila. Si teclea un número tras el indicador, éste sustituirá el número en el registro X. Si pulsa **(R/S)** se activa el proceso de apilar, por lo que el valor se mantiene en la pila.

Sintaxis de las ecuaciones

Las ecuaciones siguen ciertas convenciones que determinan cómo se van a calcular:

- Cómo interactúan los operadores.
- Cuáles son las funciones válidas en las ecuaciones.
- Cómo se comprueban los errores sintácticos de las ecuaciones.

Precedencia del operador

Los operadores de una ecuación se procesan según un orden determinado que hacen del cálculo una operación lógica y predecible:

| Orden | Operador | Ejemplos |
|-------|---------------------------|-----------------|
| 1 | Funciones y paréntesis | SIN(X+1), (X+1) |
| 2 | Cambio de signo ((+/-)) | -A |
| 3 | Potencia ((y^x)) | X^3 |
| 4 | Multiplicación y división | X*Y, A÷B |
| 6 | Suma y resta | P+Q, A-B |
| 7 | Igualdad | B=C |

De este modo, por ejemplo, todas las operaciones *dentro* de los paréntesis se ejecutan *antes* que las operaciones que se encuentran *fuera* de los paréntesis.

Ejemplos:

| Ecuación | Significado |
|------------------|----------------------------|
| A×B^3=C | $a \times (b^3) = c$ |
| (A×B)^3=C | $(a \times b)^3 = c$ |
| A+B÷C=12 | $a + (b / c) = 12$ |
| (A+B)÷C=12 | $(a + b) / c = 12$ |
| %CHG(T+12 A-6)^2 | $[\%CHG((t+12), (a-6))]^2$ |

Los paréntesis no se pueden utilizar para multiplicaciones implícitas. Por ejemplo, la expresión $p(1-f)$ debe introducirse como $P \times (1-F)$, con el operador “x” intercalado entre la P y el paréntesis izquierdo.

Funciones de ecuaciones

En la siguiente tabla se listan las funciones válidas en las ecuaciones. En el apéndice F, “Índice de operaciones,” también se proporciona esta información.

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| LN | LOG | EXP | ALOG | SQ | SQRT |
| INV | IP | FP | RND | ABS | $x!$ |
| SIN | COS | TAN | ASIN | ACOS | ATAN |
| SINH | COSH | TANH | ASINH | ACOSH | ATANH |
| \rightarrow DEG | \rightarrow RAD | \rightarrow HR | \rightarrow HMS | %CHG | XROOT |
| C _{n,r} | P _{n,r} | \rightarrow KG | \rightarrow LB | \rightarrow° C | \rightarrow° F |
| \rightarrow CM | \rightarrow IN | \rightarrow L | \rightarrow GAL | RANDOM | π |
| + | − | × | ÷ | ^ | |
| sx | sy | σx | σy | \bar{x} | \bar{y} |
| $\bar{x}w$ | \hat{x} | \hat{y} | r | m | b |
| n | Σx | Σy | Σx^2 | Σx^2y^2 | Σxy |

Por comodidad, las funciones del tipo prefijo que precisan uno o dos argumentos, muestran un paréntesis izquierdo al introducirlas.

Las funciones de prefijo que precisan dos argumentos son %CHG, XROOT, C_{n,r} y P_{n,r}. Separe los dos argumentos con un espacio.

En una ecuación, la función XROOT toma los argumentos en sentido opuesto a RPN. Por ejemplo, -8 **ENTER** 3 **$\sqrt[3]{}$** equivale a XROOT(3 -8).

Todas las demás funciones de dos argumentos toman los argumentos de acuerdo con el orden Y, X utilizado para RPN. Por ejemplo, 28 **ENTER** 4 {C_{n,r}} equivale a C_{n,r}(28 4).

En las funciones con dos argumentos, tenga cuidado si el segundo argumento es negativo. El segundo argumento no debe comenzar con la “resta” (\ominus). Para los números, utilice $\boxed{+/-}$. Para las variables, utilice paréntesis y \ominus . Las siguientes son ecuaciones válidas:

```
%CHG(-X ^2)
%CHG(X (-Y))
```

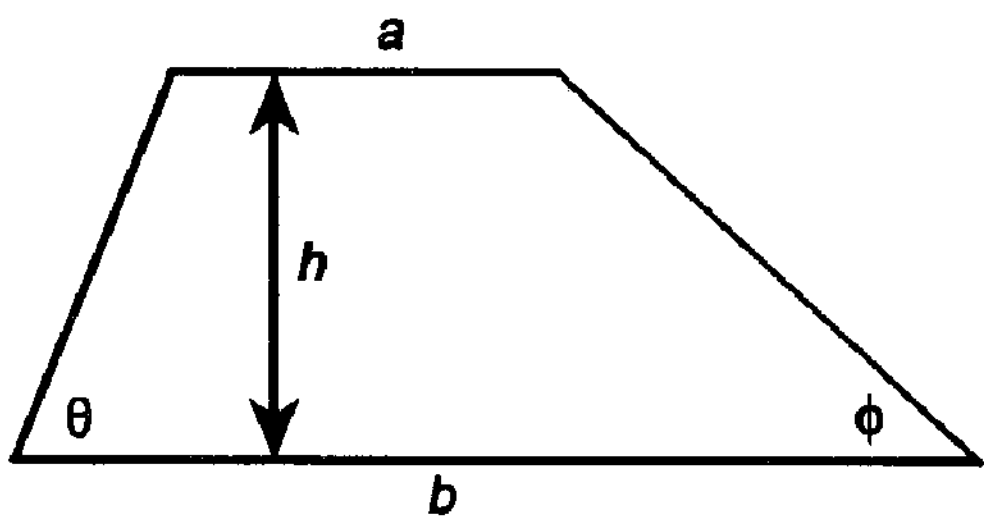
Existen seis funciones de ecuaciones que tienen nombres distintos a los de las operaciones equivalentes de RPN:

| Operación RPN | Función de ecuación |
|---------------|---------------------|
| x^2 | SQ |
| e^x | EXP |
| 10^x | ALOG |
| $1/x$ | INV |
| $\sqrt[x]{y}$ | XROOT |
| y^x | ^ |

Ejemplo: Perímetro de un trapezoide.

En la siguiente ecuación se calcula el perímetro de un trapezoide. En un libro, la ecuación se podrá presentar como la siguiente:

$$Per = a + b + h \left(\frac{1}{\text{seno } \theta} + \frac{1}{\text{seno } \phi} \right)$$



La siguiente ecuación obedece a las reglas sintácticas para las ecuaciones de la calculadora HP 32SII:

Paréntesis utilizado para grupos de elementos

$P=A+B+H\times(1\div \text{SIN}(T)+1\div \text{SIN}(F))$

Nombre de letra simple Multiplicación no implícita La división está hecha antes de la adición

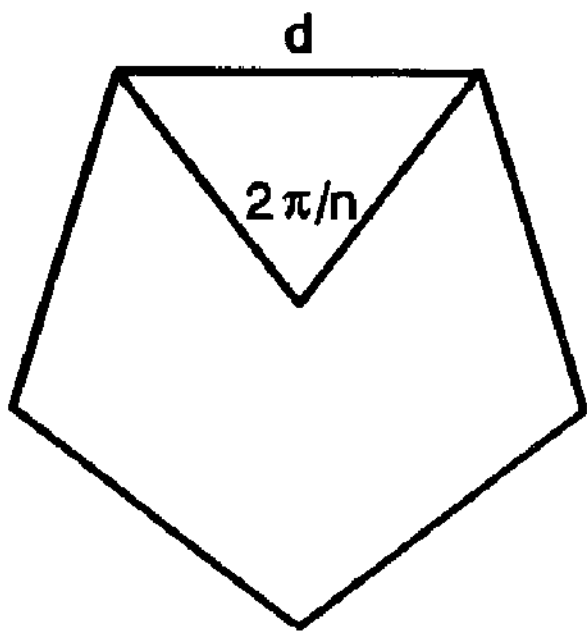
La siguiente ecuación obedece también a las reglas sintácticas. En esta ecuación se utiliza la función inversa `INV(SIN(T))`, en vez del formato fraccional `1÷SIN(T)`. Observe que la función `SIN` está “anidada” dentro de la función `INV`. (`INV` se teclea por `1/x`).

`P=A+B+H×(INV(SIN(T))+INV(SIN(F)))`

Ejemplo: Area de un polígono.

La ecuación para el área de un polígono regular con n lados de longitud d es como la siguiente:

$$Area = \frac{1}{4} n d^2 \frac{\cos(\pi/n)}{\sin(\pi/n)}$$



La ecuación se puede especificar de este modo:

A=0.25×N×D^2×COS(π÷N)÷SIN (π÷N)

Observe cómo los operadores y las funciones se combinan para proporcionar la ecuación deseada.

La ecuación se puede introducir en la lista de ecuaciones pulsando las siguientes teclas:


[>] [EQN] [RCL] A [>] [=] .25 [×] [RCL] N [×] [RCL] D [y^x] 2 [×] [COS]
[>] [π] ÷ [RCL] N [>] [)] ÷ [SIN] [>] [π] ÷ [RCL] N [>] [)] [ENTER]

Errores de sintaxis

La calculadora no comprueba la sintaxis de una ecuación hasta que se calcule la ecuación y se conteste a todos los indicadores—sólo cuando el valor realmente se calcula. Si se detecta un error, en pantalla aparecerá el mensaje `INVALID EQN`. Tendrá que editar la ecuación para corregir el error. (Vea “Cómo editar y borrar ecuaciones” más arriba en este capítulo).

Al no comprobar la sintaxis de la ecuación hasta que se haya calculado, la calculadora HP 32SII le permite crear “ecuaciones” que realmente pueden ser mensajes. Esto resulta especialmente útil en los programas, como se describe en el capítulo 000.

Cómo verificar las ecuaciones








Mientras visualiza una ecuación—*no* mientras la introduce—puede pulsar  **SHOW** para ver dos aspectos de la ecuación: la verificación y la longitud de la ecuación. Mantenga pulsada la tecla **SHOW** para mantener los valores en pantalla.

La verificación es un valor hexadecimal de cuatro dígitos que identifica únicamente esta ecuación. Ninguna otra ecuación tendrá este valor. Si al introducir la ecuación comete un error, no tendrá esta verificación. La longitud es el número de bytes de memoria de la calculadora utilizados por la ecuación.

La verificación y la longitud le permiten verificar si las ecuaciones que introduce son correctas. La verificación y la longitud de la ecuación que teclee en este ejemplo deberán coincidir con los valores indicados en este manual.

Ejemplo: Verificación y longitud de una ecuación.

Encuentre la verificación y longitud de la ecuación para el volumen de la tubería descrita al principio de este capítulo.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|     según se precise) | $V=0.25 \times \pi \times D^2 \times$ | Muestra la ecuación deseada. |
|   (mantener pulsada) (soltar) | CK=5836 026.0 $V=0.25 \times \pi \times D^2 \times$ | Muestra la verificación y longitud de la ecuación. Vuelve a mostrar la ecuación. |
|  | | Sale del modo de Ecuaciones. |

Cómo resolver las ecuaciones

En el capítulo 6 se ha descrito cómo utilizar **ENTER** para encontrar el valor de la variable izquierda en una ecuación de *asignación*. En este capítulo se describe cómo utilizar SOLVE para encontrar el valor de *cualquier* variable en *cualquier* tipo de ecuación.

Por ejemplo, considere la siguiente ecuación:

$$x^2 - 3y = 10$$

Si conoce el valor de y de esta ecuación, SOLVE puede resolver la incógnita x . Si conoce el valor de x , SOLVE puede resolver la incógnita de y . Este sistema funciona también con “problemas expresados en palabras”:

$$\textit{Margen} \times \textit{Coste} = \textit{Precio}$$

Si conoce dos de estas variables, SOLVE puede calcular el valor de la tercera.

Si la ecuación tiene sólo una variable o si se conocen todos los valores de las variables excepto una, para resolver x se deberá encontrar la *raíz* de la ecuación. La raíz de una ecuación se encuentra en el punto donde una ecuación de *igualdad* o *asignación* se equilibra exactamente, o bien donde una ecuación de *expresión* se iguala a cero. (Esto equivale al *valor* de la ecuación igual a cero).

Cómo resolver una ecuación

Para resolver una ecuación con una variable incógnita:

1. Pulse **→** **EQN** y visualice la ecuación deseada. Si fuera necesario, teclee la ecuación como se ha explicado en la sección “Cómo introducir ecuaciones en la lista de ecuaciones” del capítulo 6.
2. Pulse **→** **SOLVE** y a continuación pulse la tecla de la variable incógnita. Por ejemplo, pulse **→** **SOLVE** X para resolver x . El indicador solicitará entonces un valor para cada variable de la ecuación.
3. Tras cada indicador, introduzca el valor deseado:
 - Si el valor mostrado es el que quiere, pulse **R/S**.
 - Si desea un valor distinto, teclee o calcule el valor y pulse **R/S**. (Para más detalles, vea “Cómo responder a los indicadores de la ecuación” en el capítulo 6).

La ejecución de un cálculo se puede interrumpir pulsando **C** ó **R/S**.

Cuando se encuentre la raíz, ésta se almacenará en la variable incógnita y el valor de la variable aparecerá (VIEW) en pantalla. Además, el registro X contiene la raíz, el registro Y contiene la estimación anterior y el registro Z contiene el valor de la ecuación en la raíz (que deberá ser cero).

En algunas condiciones matemáticas complejas, no se puede encontrar una solución definitiva, por lo que la calculadora presentará el mensaje NO ROOT FOUND. Vea “Cómo verificar el resultado” más adelante en este capítulo y “Cómo interpretar los resultados” y “Cuando SOLVE no puede encontrar una raíz” en el apéndice C.

En determinadas ecuaciones, resulta útil proporcionar una o dos *estimaciones iniciales* de la variable incógnita antes de resolver la ecuación. Esto puede acelerar el cálculo, dirigir la respuesta hacia una solución real y encontrar más de una solución, si fuese conveniente. Vea “Cómo elegir estimaciones iniciales” más adelante en este capítulo.

Ejemplo: Resolución de la ecuación de movimiento lineal.

La ecuación de movimiento para la caída libre de un objeto es como la siguiente:

$$d = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$$

donde d es la distancia, v_0 es la velocidad inicial, t es el tiempo y g es la aceleración debida a la gravedad.

Teclee la ecuación:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| CLEAR {ALL} {Y} | | Borra la memoria. |
| EQN | EQN LIST TOP o ecuación actual | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| RCL D = RCL V × RCL T + | D=V×T+■ | Comienza la ecuación. |
| .5 × RCL G × RCL T y^x 2 | T+0.5×G×T^ 2_ | |
| ENTER | D=V×T+0.5×G×T | Termina la ecuación y muestra el extremo izquierdo. |
| SHOW | CK=6A92 029.0 | Verificación y longitud. |

g (aceleración debida a la gravedad) se incluye como variable para poder cambiarla a otras unidades de medida (9.8 m/s² ó 32.2 ft/s²).

Calcule la distancia en metros recorrida en 5 segundos por un objeto al caer, comenzando desde la velocidad cero. Puesto que el modo de Ecuaciones se activa y la ecuación deseada ya está en pantalla, puede comenzar a encontrar el valor de D :

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| SOLVE | SOLVE _ | Solicita la variable incógnita. |
| D | V?valor | Selecciona <i>D</i> ; solicita el valor de <i>V</i> . |
| 0 R/S | T?valor | Almacena 0 en <i>V</i> ; solicita el valor de <i>T</i> . |
| 5 R/S | G?valor | Almacena 5 en <i>T</i> ; solicita el valor de <i>G</i> . |
| 9.8 R/S | SOLVING D=122.5000 | Almacena 9.8 en <i>G</i> ; resuelve <i>D</i> . |

Realice otro cálculo utilizando la misma ecuación: ¿Cuánto tarda en caer un objeto desde 0 a 500 metros?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------|----------------------|------------------------------------------------------------|
| EQN | D=V×T+0.5×G×T | Muestra la ecuación. |
| SOLVE T | D?122.5000 | Resuelve <i>T</i> ; solicita el valor de <i>D</i> . |
| 500 R/S | V?0.0000 | Almacena 500 en <i>D</i> ; solicita el valor de <i>V</i> . |
| R/S | G?9.8000 | Mantiene 0 en <i>V</i> ; solicita el valor de <i>G</i> . |
| R/S | SOLVING T=10.1015 | Mantiene 9.8 en <i>G</i> ; resuelve <i>T</i> . |

Ejemplo: Resolución de la ecuación de la Ley de Gases Perfectos.

La Ley de Gases Perfectos describe la relación entre la presión, volumen, temperatura y cantidad (moles) de un gas perfecto:

$$P \times V = N \times R \times T$$

donde *P* es la presión (en atmósferas ó N/m²), *V* es el volumen (en litros), *N* es el número de moles de gas, *R* es la constante universal de gases (0.0821 litro-atm/mol-K ó 8.314 J/mol-K) y *T* es la temperatura (Kelvins: K = °C + 273.1).

Introduzca la ecuación:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| \rightarrow EQN RCL P \times | P \times ■ | Selecciona el modo de Ecuaciones y comienza la ecuación. |
| RCL V \rightarrow = RCL N \times RCL R \times RCL T | P \times V=N \times R \times T■ | |
| ENTER | P \times V=N \times R \times T | Termina y muestra la ecuación. |
| \rightarrow SHOW | CK=19E3 015.0 | Verificación y longitud. |

Una botella de 2 litros contiene 0,005 moles de gas de dióxido de carbono a 24 °C. Suponiendo que el gas reacciona como un gas perfecto, calcule su presión. Puesto que el modo de Ecuaciones está activado y la ecuación deseada ya está en pantalla, puede comenzar a resolver %P:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|
| \rightarrow SOLVE P | V?valor | Resuelve P ; solicita el valor de V . |
| 2 R/S | N?valor | Almacena 2 in V ; solicita el valor de N . |
| .005 R/S | R?valor | Almacena .005 en N ; solicita el valor de R . |
| .0821 R/S | T?valor | Almacena .0821 en R ; solicita el valor de T . |
| 24 ENTER 273.1 + | T?297.1000 | Calcula T (Kelvins). |
| R/S | SOLVING P=0.0610 | Almacena 297.1 en T ; resuelve P en atmósferas. |

Un matraz de 5 litros contiene gas nitrógeno. La presión es de 0,05 atmósferas cuando la temperatura es de 18 °C. Calcule la densidad del gas ($N \times 28 / V$, donde 28 es el peso molecular del nitrógeno).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| \rightarrow EQN | $P \times V = N \times R \times T$ | Muestra la ecuación. |
| \rightarrow SOLVE N | P?0.0610 | Resuelve N ; solicita el valor de P . |
| .05 R/S | V?2.0000 | Almacena .05 en P ; solicita el valor de V . |
| 5 R/S | R?0.0821 | Almacena 5 en V ; solicita el valor de R . |
| R/S | T?297.1000 | Mantiene el valor R anterior; solicita el valor de T . |
| 18 ENTER 273.1 + | T?291.1000 | Calcula T (Kelvins). |
| R/S | SOLVING N=0.0105 | Almacena 291.1 en T ; resuelve N . |
| 28 x | 0.2929 | Calcula la masa en gramos, $N \times 28$. |
| RCL V \div | 0.0586 | Calcula la densidad en gramos por litro. |

Funcionamiento y control de SOLVE

SOLVE utiliza un procedimiento iterativo (repetitivo) para resolver las variables incógnitas. El procedimiento comienza con el cálculo de la ecuación mediante dos estimaciones iniciales de la variable incógnita. Basándose en los resultados obtenidos con las dos estimaciones, SOLVE genera otra estimación más apropiada. Mediante iteraciones sucesivas, SOLVE encuentra un valor de la incógnita que iguala el valor de la ecuación a cero.

Al calcular una ecuación, SOLVE utiliza el mismo procedimiento que **XEQ**: cualquier “=” en la ecuación se considera “-.” Por ejemplo, la ecuación de la Ley de Gas Perfecto se calcula como $P \times V - (N \times R \times T)$. Esto asegura que una ecuación de *igualdad* o *asignación* se equilibre en la raíz y que una ecuación de *expresión* se iguale a cero en la raíz.

Algunas ecuaciones son más difíciles de resolver que otras. En algunos casos, es necesario que introduzca las estimaciones iniciales para poder encontrar la solución. (Vea “Cómo elegir estimaciones iniciales para SOLVE” más abajo). Si SOLVE no puede encontrar una solución, la calculadora presentará el mensaje **NO ROOT FND**.

Para más información sobre el funcionamiento de SOLVE, consulte el apéndice C.

Cómo verificar el resultado

Cuando el cálculo de SOLVE haya terminado, podrá verificar si el resultado efectivamente es la solución de la ecuación revisando los valores que permanecen en la pila:

- El registro X (pulse **C** para borrar la variable mostrada) contiene la solución (raíz) de la incógnita; esto es, el valor que iguala el cálculo de la ecuación a cero.
- El registro Y (pulse **R↓**) contiene la estimación anterior de la raíz. Este número deberá coincidir con el valor del registro X. Si *no* coincide, entonces la raíz generada será sólo una *aproximación* y los valores de los registros X e Y se aproximarán a la raíz. Asimismo, estos números se aproximarán entre sí.
- El registro Z (pulse **R↓** de nuevo) contiene el valor de la ecuación en la raíz. Para que sea una raíz exacta, éste deberá ser cero. Si no es cero, la raíz dada será sólo una *aproximación*; este número deberá aproximarse a cero.

Si el cálculo termina presentando el mensaje **NO ROOT FND** es que la calculadora no ha podido converger en una raíz. (Para ver el valor del registro X—la estimación final de la raíz—pulse **C** ó **↵** para borrar el mensaje). Los valores de los registros X e Y incluyen el intervalo en el que se ha buscado por último para encontrar la raíz. El registro Z contiene el valor de la ecuación en la estimación final de la raíz.

- Si los valores de los registros X e Y no se aproximan o si el valor del registro Z no se aproxima a cero, la estimación del registro X probablemente no sea una raíz.
- Si los valores de los registros X e Y *se aproximan* y el valor del registro Z *se aproxima* a cero, la estimación del registro X puede ser una aproximación a la raíz.

Cómo interrumpir un cálculo de SOLVE

Para interrumpir un cálculo, pulse **C** ó **R/S**. La mejor estimación actual de la raíz se encuentra en la variable incógnita; utilice **→** **VIEW** para verla sin modificar la pila.

Cómo elegir estimaciones iniciales para SOLVE

Las dos estimaciones iniciales proceden de:

- El número actualmente almacenado en la variable incógnita.
- El número del registro X (la pantalla).

Estos números se utilizan como estimaciones *independientemente de que se introduzcan estimaciones*. Si introduce sólo una estimación y la almacena en la variable, la segunda estimación tendrá el mismo valor, ya que la pantalla mantiene el número que ha almacenado en la variable. (En este caso, la calculadora modifica ligeramente una estimación para tener dos estimaciones distintas).

La introducción de las propias estimaciones tiene las siguientes ventajas:

- Al reducirse la amplitud de la búsqueda, las estimaciones reducen el tiempo necesario para encontrar una solución.
- Si existe más de una solución matemática, las estimaciones pueden dirigir el procedimiento de SOLVE hacia el resultado o gama de resultados deseados. Por ejemplo, la ecuación para el movimiento lineal:

$$d = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

puede tener dos soluciones para t . La respuesta se puede dirigir hacia el único valor significativo ($t > 0$) introduciendo las estimaciones apropiadas.

En el ejemplo de ecuación utilizado al principio del capítulo, no ha sido necesario introducir las estimaciones antes de resolver T porque en la primera parte del ejemplo se había almacenado un valor para T y se había resuelto D . El valor de T era válido (real), por lo que se utilizó como estimación para resolver T .

- Si una ecuación no permite el uso de ciertos valores para la incógnita, las estimaciones pueden evitar que se presenten esos valores. Por ejemplo,

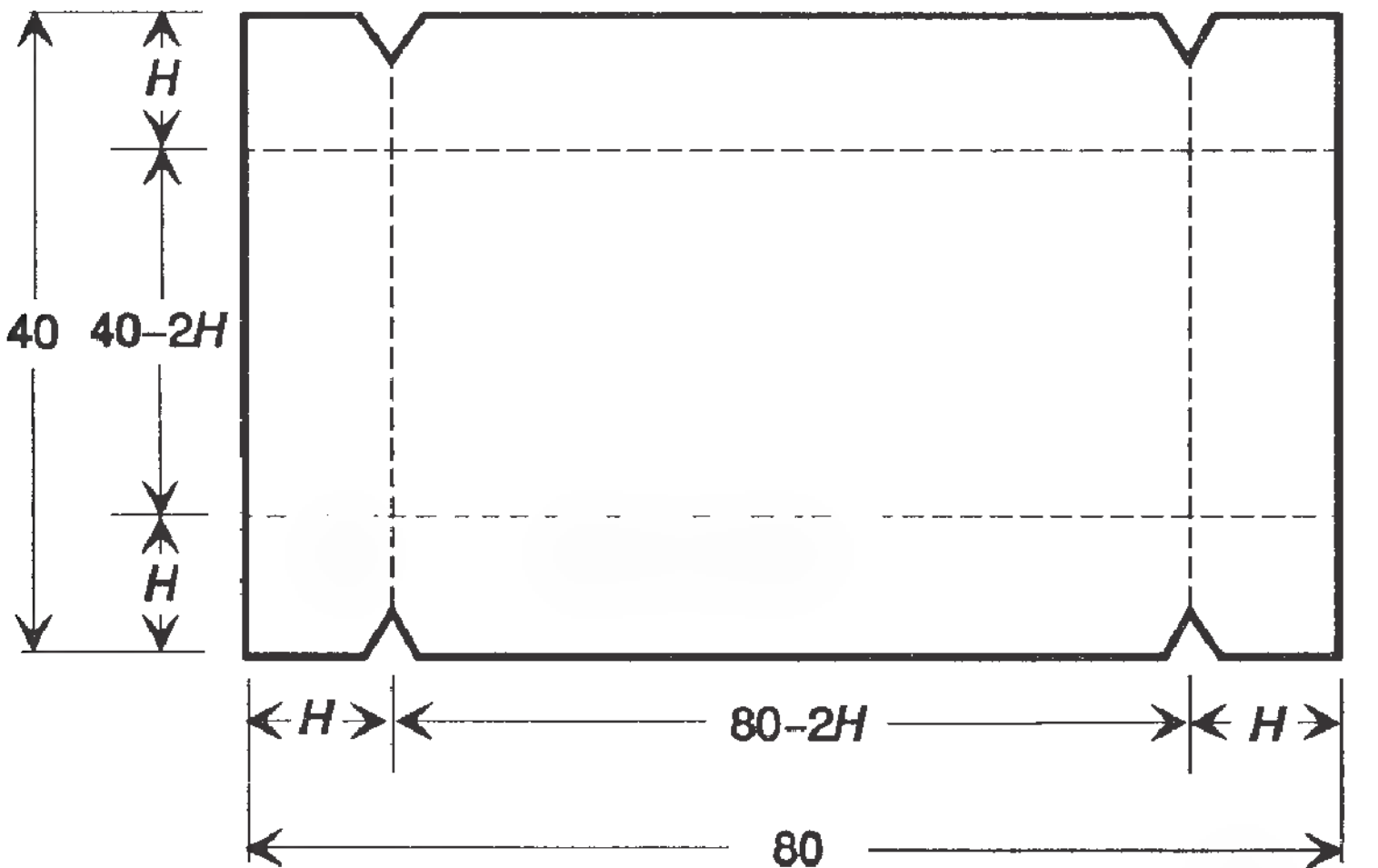
$$y = t + \log x$$

da como resultado un error si $x \leq 0$ (mensajes LOG(Ø) ó LOG(NEG)).

En el siguiente ejemplo, la ecuación tiene más de una raíz, pero las estimaciones facilitan la búsqueda de la raíz deseada.

Ejemplo. Uso de estimaciones para encontrar una raíz.

Con una lámina metálica de 40 cm por 80 cm, cree una caja sin tapa con un volumen de 7500 cm³. Deberá encontrar la altura de la caja (esto es, la cantidad de lámina que se debe doblar en los cuatro lados) que proporciona el volumen especificado. Es preferible una caja *alta* en lugar de un *baja*.



Si H es la altura, entonces la longitud de la caja es de $(80 - 2H)$ y el ancho $(40 - 2H)$. El volumen V es:

$$V = (80 - 2H) \times (40 - 2H) \times H$$

que se puede simplificar e introducir como:

$$V = (40 - H) \times (20 - H) \times 4 \times H$$

Introduzca la ecuación:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------|
| \rightarrow EQN RCL V \rightarrow = | V= | Selecciona el modo de Ecuaciones y comienza la ecuación. |
| \rightarrow (40 - RCL H \rightarrow) | V=(40-H) | |
| \times \rightarrow (20 - RCL H \rightarrow) | (0-H)×(20-H) | |
| \times 4 \times RCL H | ×(20-H)×4×H | |
| ENTER | V=(40-H)×(20 | Termina y muestra la ecuación. |
| \rightarrow SHOW | CK=02AC 027.0 | Verificación y longitud. |

Para obtener el volumen deseado, la caja puede ser tanto alta y estrecha como baja y ancha; pero, al preferirse una caja alta, conviene introducir estimaciones iniciales más altas para la altura. Sin embargo, una altura superior a los 20 cm no es físicamente posible al tener la lámina metálica sólo 40 cm de ancho. Las estimaciones iniciales de 10 y 20 cm parecen, por lo tanto, apropiadas.

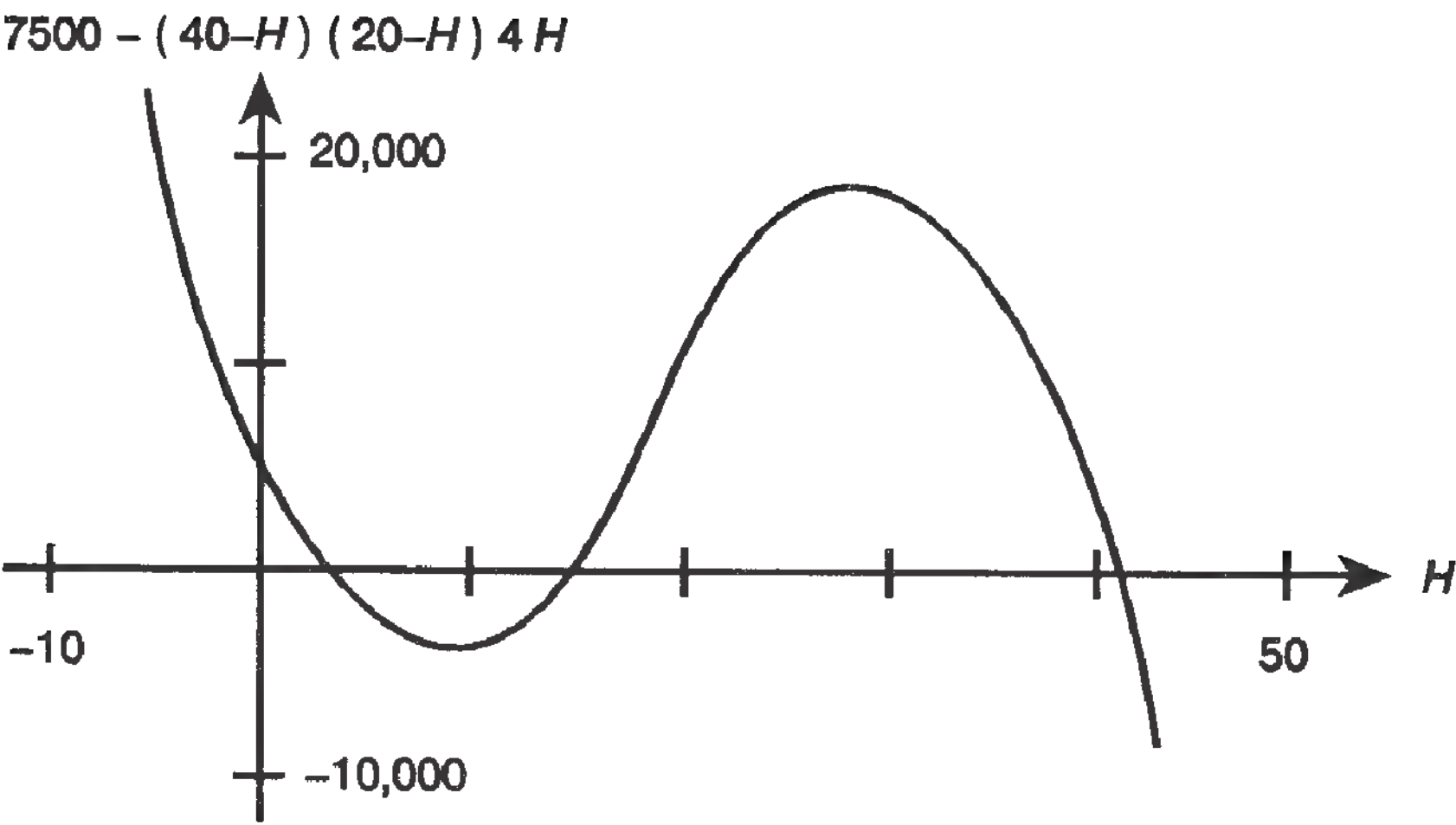
| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------|--------------|---------------------------------------------------------------|
| C | | Sale del modo de Ecuaciones. |
| 10 STO H 20 | 20_ | Almacena las estimaciones de los límites inferior y superior. |
| \rightarrow EQN | V=(40-H)×(20 | Muestra la ecuación actual. |
| \rightarrow SOLVE H | V?valor | Resuelve H; solicita el valor de V. |
| 7500 R/S | H=15.0000 | Almacena 7500 en V; resuelve H. |

Verifique ahora la calidad de esta solución—esto es, si ha dado como resultado una raíz exacta—controlando el valor de la estimación anterior de la raíz (en el registro Y) y el valor de la ecuación en la raíz (en el registro Z).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (R↓) | 15.0000 | Este valor del registro Y es la estimación realizada justo antes de obtener el resultado final. Al coincidir con la solución, ésta es una raíz exacta. |
| (R↓) | 0.0000 | Este valor del registro Z presenta la ecuación igual a cero en la raíz. |

Las medidas de la caja deseada son 50 × 10 × 15 cm. Si no hubiese tenido en cuenta el límite superior de altura (20 cm) y hubiese utilizado estimaciones iniciales de 30 y 40 cm, habría obtenido una altura de 42.0256 cm—una raíz físicamente sin sentido. Si hubiese utilizado estimaciones iniciales pequeñas como 0 y 10 cm, habría obtenido una altura de 2.9774 cm—produciendo una caja baja y ancha inservible.

Si no sabe qué estimaciones utilizar, puede utilizar un gráfico para comprender mejor el funcionamiento de la ecuación. Calcule la ecuación con distintos valores de la incógnita. Para cada punto del gráfico, visualice la ecuación y pulse **(XEQ)**—en el indicador de *x* introduzca la *coordenada x* y a continuación obtenga el valor correspondiente de la ecuación, la *coordenada y*. En el problema anterior se establecería siempre $V = 7500$ y se variaría el valor de H para generar valores distintos para la ecuación. Recuerde que el valor para esta ecuación es la *diferencia* entre la parte izquierda y derecha de la ecuación. El trazado del valor de este ecuación se presenta como el siguiente.



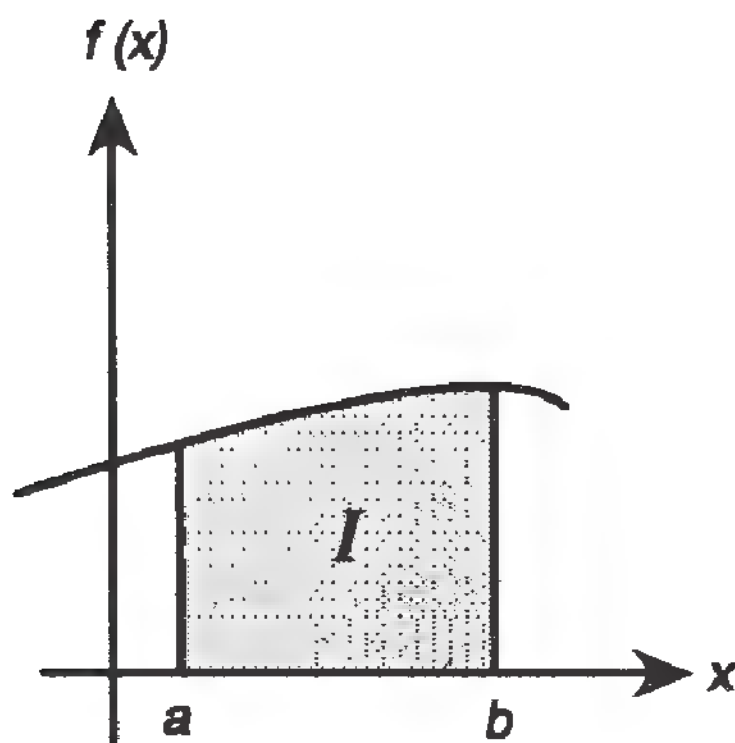
Para más información

En este capítulo se facilitan las instrucciones para resolver las incógnitas o raíces dentro de una amplia gama de aplicaciones. En el apéndice C se proporciona información más detallada sobre cómo funciona el algoritmo para SOLVE, cómo se interpretan los resultados, qué sucede cuando no se encuentra la solución y las causas que generan resultados incorrectos.

Cómo integrar las ecuaciones

Muchos de los problemas de matemáticas, ciencias e ingeniería requieren el cálculo de una integral definida de una función. Si $f(x)$ denota la función y el intervalo de integración es de a a b , entonces la integral se puede expresar matemáticamente como:

$$I = \int_a^b f(x) dx.$$



La cantidad I se puede interpretar geométricamente como el área de una región limitada por el gráfico de la función $f(x)$, el eje x y los límites $x = a$ y $x = b$ (siempre que $f(x)$ sea positivo en todo el intervalo de integración).

La operación \int (\int FN) integra la ecuación actual respecto a una variable especificada (\int FN dx). La función puede tener más de una variable.

\int funciona sólo con números *reales*.

Cómo integrar las ecuaciones (\int FN)

Para integrar una ecuación haga lo siguiente:

1. Si la ecuación que define la función del integrando no está almacenada en la lista de ecuaciones, introdúzcala (vea “Cómo introducir ecuaciones en la lista de ecuaciones” en el capítulo 6) y salga del modo de Ecuaciones. Una ecuación normalmente contiene sólo una expresión.
2. Introduzca los límites de integración: introduzca el límite *inferior* y pulse **ENTER**, a continuación introduzca el límite superior.
3. Visualice la ecuación: Pulse **EQN** y, si fuera necesario, desplácese por la lista de ecuaciones (pulse **←** **▲** ó **←** **▼**) para ver la ecuación deseada.
4. Seleccione la variable de integración: Pulse **∫** *variable*. Esto dará inicio al cálculo.

∫ utiliza mucha más memoria que cualquier otra operación de la calculadora. Si al ejecutar **∫** aparece el mensaje MEMORY FULL, consulte el apéndice B.

El cálculo de integración se puede interrumpir pulsando **C** ó **R/S**. Sin embargo, no se podrá disponer de ninguna información relativa a la integración hasta que el cálculo haya terminado normalmente.

El formato de presentación establecido afecta al nivel de exactitud adoptado para la función y utilizado para el resultado. La integración es más precisa, pero lleva *mucho* más tiempo si se han establecido los formatos {ALL}, {FX}, {SC} y {EN}. La *incertidumbre* del resultado se almacena en el registro Y, desplazando los límites de integración hacia los registros T y Z. Para más información, vea “Exactitud de la integración” más adelante en este capítulo.

Para integrar la misma ecuación con distinta

información haga lo siguiente:

Si utiliza los mismos límites de integración, pulse **R↓** **R↓** para trasladarlos a los registros X e Y. A continuación comience por el paso 3 de la lista anterior. Si desea utilizar límites distintos, comience por el paso 2.

Para resolver otro problema utilizando una ecuación distinta, comience desde el paso 1 con una ecuación que defina el integrando.

Ejemplo: Función de Bessel.






La función de Bessel es del primer tipo de orden 0 y se puede expresar del siguiente modo:

$$J_0(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi \cos (x \sin t) dt.$$

Encuentre la función de Bessel para los valores x correspondientes a 2 y 3.

Introduzca la expresión que defina la función del integrando:

$$\cos (x \sin t)$$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|
|  CLEAR {ALL} {Y} | | Borra la memoria. |
|  EQN | Ecuación actual ó EQN LIST TOP | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| COS RCL X | COS(X■ | Introduce la ecuación. |
| × SIN | COS(XXSIN(■ | |
| RCL T | COS(XXSIN(T■ | |
| ) ) | S(XXSIN(T))■ | Los paréntesis derechos son opcionales. |
| ENTER | COS(XXSIN(T) | Termina la expresión y muestra su extremo izquierdo. |
|  SHOW | CK=F93B 012.0 | Verificación y longitud. |
| C | | Sale del modo de Ecuaciones. |

Integre ahora esta función respecto a t de cero hasta π ; $x = 2$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| \leftarrow MODES {RD} | | Selecciona el modo de Radianes. |
| 0 ENTER \rightarrow π | 3.1416 | Introduce los límites de la integración (primero el límite inferior). |
| \rightarrow EQN | COS(X*SIN(T) | Muestra la función. |
| \rightarrow J | JFN d _ | Solicita la variable de integración. |
| T | X?valor | Solicita el valor de X . |
| 2 R/S | INTEGRATING J=0.7034 | $x = 2$. Comienza la integración; calcula el resultado de $\int_0^\pi f(t)$. |
| \rightarrow π \div | 0.2239 | El resultado final de $J_0(2)$. |

Calcule ahora $J_0(3)$ con los mismos límites de integración. No es necesario que vuelva a especificar la función (rutina J), pero deberá volver a especificar los límites de integración $(0, \pi)$ puesto que la división posterior por π los elimina de la pila.

| | | |
|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 0 ENTER \rightarrow π | 3.1416 | Introduce los límites de integración (primero el límite inferior). |
| \rightarrow EQN | COS(X*SIN(T) | Muestra la ecuación actual. |
| \rightarrow J | JFN d _ | Solicita la variable de integración. |
| T | X?2.0000 | Solicita el valor de X . |
| 3 R/S | INTEGRATING J=-0.8170 | $x = 3$. Comienza la integración y calcula el resultado de $\int_0^\pi f(t)$. |
| \rightarrow π \div | -0.2601 | El resultado final de $J_0(3)$. |

Ejemplo: Seno integral.

Algunos problemas de la teoría de comunicaciones (por ejemplo, transmisión de impulsos mediante redes idealizadas) requieren el cálculo de una integral (a veces denominada *seno integral*) como la siguiente:













$$Si(t) = \int_0^t \left(\frac{\sin x}{x} \right) dx$$

Encuentre el valor de $Si(2)$.

Introduzca la expresión que defina la función del integrando:

$$\frac{\sin x}{x}$$

Si la calculadora trata de calcular esta función con el límite inferior de integración $x = 0$, aparecerá el mensaje de error (DIVIDE BY 0). Sin embargo, el algoritmo de integración normalmente *no* calcula las funciones en ninguno de los límites de integración, a no ser que los extremos del intervalo de integración estén muy próximos entre sí o el número de puntos sea demasiado amplio.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|
|   | La ecuación actual o EQN LIST TOP | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
|   X | SIN(X)■ | Comienza la ecuación. |
|   | SIN(X)■ | En este caso el paréntesis derecho es necesario. |
|   X | SIN(X)÷X■ | |
|  | SIN(X)÷X | Termina la ecuación. |
|   | CK=4914 009.0 | Verificación y longitud. |
|  | | Sale del modo de Ecuaciones. |

Integre ahora esta función respecto a x (esto es, X) desde cero hasta 2 ($t = 2$).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| MODES {RD} | | Selecciona el modo de Radianes. |
| 0 ENTER 2 | 2_ | Introduce los límites de integración (primero el inferior). |
| → EQN | SIN(X)÷X | Muestra la ecuación actual. |
| → ∫ X | INTEGRATING I=1.6054 | Calcula el resultado de Si(2). |

Exactitud de la integración

Puesto que la calculadora no puede calcular exactamente el valor de una integral, se *aproxima* al mismo. La exactitud de esta aproximación depende de la exactitud de la función del integrando mismo, según lo calcula la ecuación. Los errores de redondeo de la calculadora y la exactitud de las constantes empíricas afectan al resultado.

Las integrales de funciones con determinadas características como picos u oscilaciones muy rápidas *pueden* calcularse de forma inexacta, pero la probabilidad es pequeña. Las características generales de las funciones que pueden causar problemas, así como las técnicas necesarias para su manejo, se describen en el apéndice D.

Cómo especificar la exactitud

La definición del formato de presentación (FIX, SCI, ENG ó ALL) determina la *precisión* del cálculo de integración: cuanto mayor sea el número de dígitos mostrados, mayor será la precisión de la integral calculada (y mayor será el tiempo necesario para calcularla). Cuanto menor sea el número de dígitos mostrados, más rápido será el cálculo, aunque la calculadora asumirá que la exactitud de la función se limita sólo al número de dígitos especificados en el formato de presentación.

Para especificar la *exactitud* de la integración, establezca el formato de presentación de forma que en pantalla *no aparezca más* que el número de dígitos que considere exactos *en los valores del integrando*. Este mismo nivel de exactitud y precisión se reflejará en el resultado de la integración.

Si el modo de presentación de fracciones está activado (indicador 7 establecido), la exactitud la especifica el formato de presentación anterior.

Cómo interpretar la exactitud

Después de haber calculado la integral, la calculadora coloca la *incertidumbre* estimada del resultado de la integral en el registro Y. Pulse **[x↔y]** para ver el valor de la incertidumbre.

Por ejemplo, si la integral $\sin(2)$ es 1.6054 ± 0.0001 , entonces 0.0001 es la incertidumbre.

Ejemplo: Especificación de la exactitud.

Con el formato de presentación establecido en SCI 2, calcule la integral de la expresión de $\sin(2)$ (a partir del ejemplo anterior).










| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [←] [DISP] {SC} 2 | 1.61E0 | Establece la notación científica con dos lugares decimales, especificando que la función tenga una exactitud de dos lugares decimales. |
| [R↓] [R↓] | 2.00E0 | Desplaza los límites de integración desde los registros Z y T a los registros X e Y. |
| [→] [EQN] | SIN(X)÷X | Muestra la ecuación actual. |
| [→] [∫] X | INTEGRATING J=1.61E0 | La integral aproximada a dos lugares decimales. |
| [x↔y] | 1.00E-3 | La incertidumbre de la aproximación de la integral. |



La integral es 1.61 ± 0.00100 . Dado que la incertidumbre no afecta a la aproximación hasta su tercer lugar decimal, podrá considerar que todos los dígitos mostrados en esta aproximación son exactos.

Si la incertidumbre de una aproximación es superior a lo que ha establecido como aceptable, puede aumentar el número de dígitos en el formato de presentación y repetir la integración (siempre que $f(x)$ se siga calculando con exactitud respecto al número de dígitos mostrados en pantalla). Por lo general, la incertidumbre de un cálculo de integración disminuye de un factor de diez para cada dígito adicional especificado en el formato de presentación.

Ejemplo: Cambio de la Exactitud.

En la integral de $Si(2)$ que acaba de calcular, especifique que la exactitud del resultado sea de cuatro lugares decimales en vez de dos.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   {SC} 4 | 1.0000E-3 | Especifica la exactitud de cuatro lugares decimales. La incertidumbre del último ejemplo sigue en pantalla. |
|   | 2.0000E0 | Desplaza los límites de integración desde los registros Z y T a los registros X e Y. |
|   | SIN(X)÷X | Muestra la ecuación actual. |
|   X | INTEGRATING J=1.6054E0 | Calcula el resultado. |
|  | 1.0000E-5 | Observe que la incertidumbre es aproximadamente 1/100 tan grande como la incertidumbre del resultado SCI 2 calculado anteriormente. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|
|  DISP {FX} 4 | 1.0000E-5 | Recupera el formato FIX 4. |
|  MODES {DEG} | 1.0000E-5 | Recupera el modo de Grados sexagesimales. |

Esta incertidumbre indica que el resultado *puede* ser correcto sólo hasta cuatro lugares decimales. En realidad, este resultado es exacto hasta *siete* lugares decimales, cuando se compara con el valor real de esta integral. Puesto que la incertidumbre de un resultado se calcula de forma conservadora, *la aproximación de la calculadora, en la mayoría de los casos, es más exacta de lo que indica la incertidumbre.*

Para más información

En este capítulo se facilitan las instrucciones para utilizar la integración en la calculadora HP 32SII dentro de una amplia gama de aplicaciones. En el apéndice D se proporciona información más detallada sobre cómo funciona el algoritmo para la integración, las causas que generan resultados incorrectos, los condiciones que prolongan el tiempo de cálculo y cómo obtener la aproximación actual de una integral.

Operaciones con números complejos

La calculadora HP 32SII puede utilizar números complejos del tipo:

$$x + iy.$$

Permite realizar operaciones de aritmética compleja (+, −, ×, ÷), trigonometría compleja (sen, cos, tan) y las funciones matemáticas $-z$, $1/z$, $z_1^{z_2}$, $\ln z$ y e^z (donde z_1 y z_2 son números complejos).

Para introducir un número complejo:

1. Teclee la parte *imaginaria*.
2. Pulse **ENTER**.
3. Teclee la parte *real*.

En la calculadora HP 32SII, los números complejos se procesan introduciendo cada parte (imaginaria y real) de un número complejo como un elemento separado. Para introducir dos números complejos, deberá introducir cuatro números separados. Para realizar una operación compleja, pulse **↵** **CMPLX** antes del operador. Por ejemplo, para ejecutar:

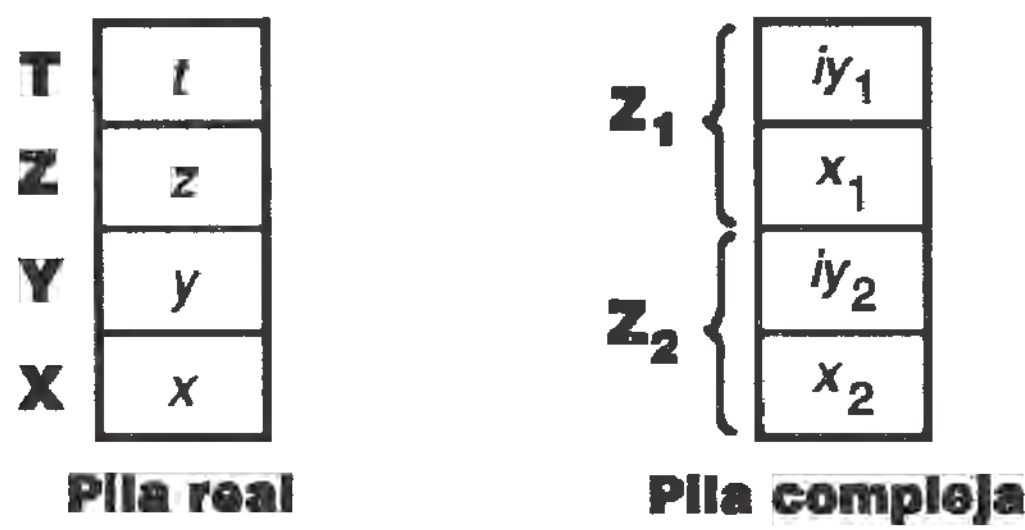
$$(2 + i4) + (3 + i5),$$

pulse 4 **ENTER** 2 **ENTER** 5 **ENTER** 3 **↵** **CMPLX** **+**.


El resultado es $5 + i9$. (Pulse **xy** para ver la parte imaginaria).

Pila de números complejos

La pila de números complejos realmente es la pila de memoria normal dividida en dos registros dobles para almacenar dos números complejos, $z_{1x} + iz_{1y}$ y $z_{2x} + iz_{2y}$:










Operaciones complejas

Utilice las operaciones complejas del mismo modo que las operaciones reales, pero introduzca los comandos  **CMPLX** antes del operador.

Para realizar una operación con un número complejo:

- 1. Introduzca el número complejo z , compuesto por $x + iy$, tecleando y **ENTER** x .
- 2. Seleccione la función compleja:

Funciones para un número complejo, z

| Para calcular: | Pulse: |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cambiar signo, $-z$ |  CMPLX +/- |
| Inverso, $1/z$ |  CMPLX 1/x |
| Logaritmo natural, $\ln z$ |  CMPLX LN |
| Antilogaritmo natural, e^z |  CMPLX e^x |
| Seno z |  CMPLX SIN |
| Coseno z |  CMPLX COS |
| Tangente z |  CMPLX TAN |

Para realizar una operación aritmética con dos números complejos:

- 1. Introduzca el primer número complejo, z_1 (compuesto por $x_1 + iy_1$), tecleando y_1 **ENTER** x_1 **ENTER**. (Para $z_1^{z_2}$, introduzca la parte correspondiente a la base, z_1 , en primer lugar).
- 2. Introduzca el segundo número complejo, z_2 , tecleando y_2 **ENTER** x_2 . (Para $z_1^{z_2}$, introduzca el exponente, z_2 , en segundo lugar).
- 3. Seleccione la operación aritmética:

Aritmética con dos números complejos, z_1 y z_2

| Para calcular: | Pulse: |
|----------------------------------|----------------|
| Suma, $z_1 + z_2$ | CMPLX $+$ |
| Resta, $z_1 - z_2$ | CMPLX $-$ |
| Multiplicación, $z_1 \times z_2$ | CMPLX \times |
| División, $z_1 \div z_2$ | CMPLX \div |
| Función potencial, $z_1^{z_2}$ | CMPLX y^x |

Ejemplos:

A continuación se presentan algunos ejemplos de trigonometría y aritmética con números complejos:

Calcule $\text{sen}(2 + i3)$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|-----------|-----------------------------------------|
| 3 2 | 9.1545 | Parte real del resultado. |
| CMPLX | | |
| | -4.1689 | El resultado es $9.1545 - i4.1689$. |

Calcule la expresión:

$$z_1 \div (z_2 + z_3),$$

donde $z_1 = 23 + i13$, $z_2 = -2 + i$, $z_3 = 4 - i3$.

Dado que la pila puede mantener sólo dos números complejos cada vez, ejecute el cálculo con el siguiente formato:

$$z_1 \times [1 \div (z_2 + z_3)].$$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------|
| 1 ENTER 2 +/- ENTER 3 +/- ENTER 4 ← CMPLX + | 2.0000 | Suma $z_2 + z_3$; muestra la parte real. |
| ← CMPLX 1/x | 0.2500 | $1 \div (z_2 + z_3)$. |
| 13 ENTER 23 ← CMPLX x | 2.5000 | $z_1 \div (z_2 + z_3)$. |
| x↔y | 9.0000 | El resultado es $2.5 + i9$. |

Calcule $(4 - i2/5)(3 - i2/3)$. No utilice operaciones complejas cuando calcule sólo una parte de un número complejo.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 2 0 5 +/- ENTER | -0.4000 | Introduce la parte imaginaria del primer número complejo como fracción. |
| 4 ENTER | 4.0000 | Introduce la parte real del primer número complejo. |
| 0 2 0 3 +/- ENTER | -0.6667 | Introduce la parte imaginaria del segundo número complejo como fracción. |
| 3 ← CMPLX x | 11.7333 | Termina la introducción del segundo número y multiplica los dos números complejos. |
| x↔y | -3.8667 | El resultado es $11.7333 - i3.8667$. |

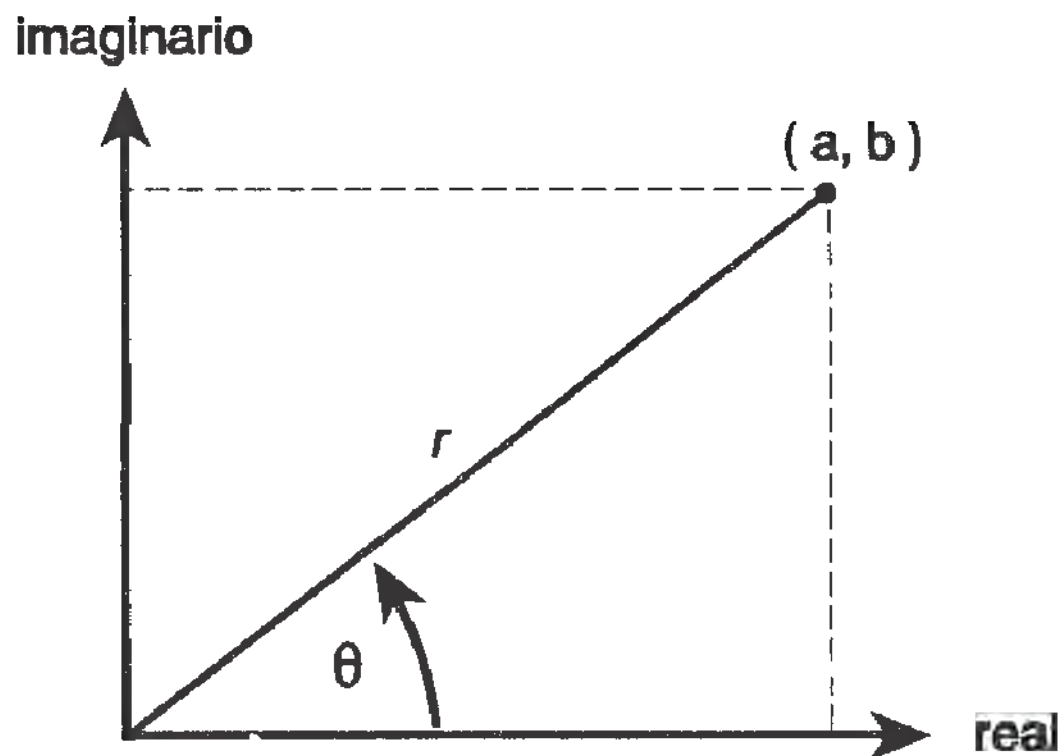
Calcule $e^{z^{-2}}$, donde $z = (1 + i)$. Utilice \leftarrow **CMPLX** y^x para calcular z^{-2} ; introduzca -2 como $-2 + i0$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|
| 1 ENTER 1 ENTER 0 ENTER 2 +/- \leftarrow CMPLX y^x | 0.0000 | Resultado intermedio de $(1 + i)^{-2}$. |
| \leftarrow CMPLX e^x | 0.8776 | Parte real del resultado final. |
| $\rightarrow y$ | -0.4794 | El resultado final es $0.8776 - i0.4794$. |

Cómo utilizar números complejos en la notación polar

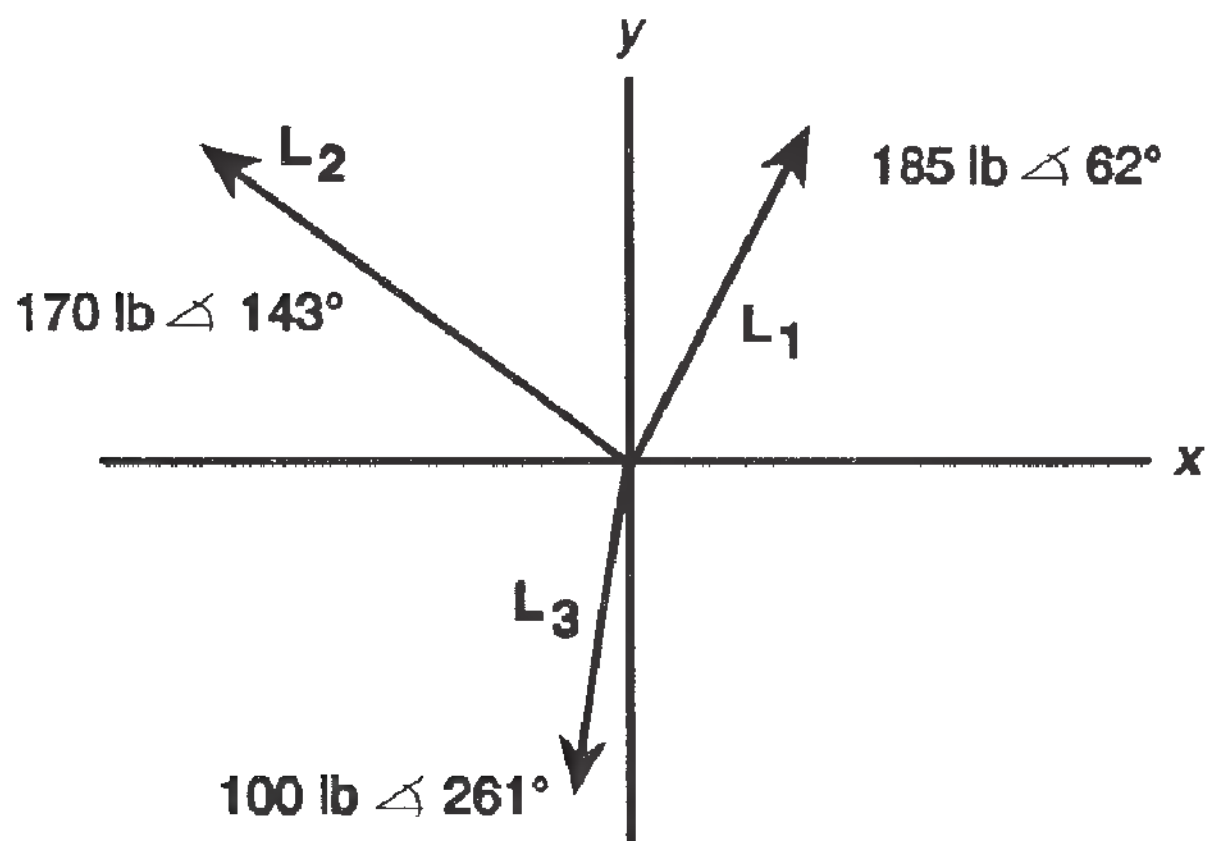
En muchas aplicaciones se utilizan números reales como formas *polares* o notaciones *fasor*. Estas formas utilizan pares de números, al igual que los números complejos, por lo que se pueden realizar operaciones aritméticas con los mismos utilizando operaciones complejas. Puesto que las operaciones complejas de la calculadora HP 32SII ejecutan los números de forma *rectangular*, convierta la forma polar a forma rectangular (mediante \rightarrow **$\rightarrow y,x$**) antes de ejecutar la operación compleja y a continuación convierta nuevamente el resultado a la forma polar.









$$\begin{aligned}
 a + ib &= r(\cos \theta + i \operatorname{sen} \theta) = re^{i\theta} \\
 &= r \angle \theta \quad (\text{Forma polar o fasor})
 \end{aligned}$$




Ejemplo: Suma de vectores.

Sume los tres valores siguientes. Primero deberá convertir las coordenadas polares en coordenadas rectangulares.



| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------|
|  MODES {DG} | | Establece el modo de Grados sexagesimales. |
| 62 ENTER 185  →y,x | 86.8522 | Introduce L_1 y lo convierte a la forma rectangular. |
| 143 ENTER 170  →y,x | -135.7688 | Introduce y convierte L_2 . |
|  CMPLX + | -48.9158 | Suma los vectores. |
| 261 ENTER 100  →y,x | -15.6434 | Introduce y convierte L_3 . |
|  CMPLX + | -64.5592 | Suma $L_1 + L_2 + L_3$. |
|  →θ,r | 178.9372 | Convierte el vector nuevamente a la forma polar; muestra r . |
|  | 111.1489 | Muestra θ . |

Conversiones de base y aritmética

El menú BASE ( **BASE**) le permite cambiar la base numérica utilizada para introducir números y otras operaciones (incluida la programación). Al cambiar las bases, también el número *visualizado* se convierte a la nueva base.

Menú BASE

| Etiqueta Menú | Descripción |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| {DEC} | <i>Modo decimal.</i> Sin indicador. Convierte los números a la base 10. Los números tienen una parte entera y una fraccional. |
| {HX} | <i>Modo hexadecimal.</i> Indicador HEX activado. Convierte los números a la base 16; utiliza sólo enteros. Las teclas de la fila superior se convierten en dígitos de A a F . |
| {OC} | <i>Modo octal.</i> Indicador OCT activado. Convierte los números a la base 8; utiliza sólo enteros. Las teclas 8 , 9 y las teclas de la fila superior en posición normal están desactivadas. |
| {BH} | <i>Modo binario.</i> Indicador BIN activado. Convierte los números a la base 2; utiliza sólo enteros. Todas las teclas, excepto 0 y 1 , y las funciones de la fila superior en posición normal están desactivadas. Si un número está compuesto por más de 12 dígitos, las teclas de los extremos de la fila superior (√x y Σ+) están activadas para ver las ventanas. (Consulte “Ventanas para los números binarios largos” más adelante en este capítulo). |

Ejemplos: Conversión de la base de un número.

Al pulsar las siguientes teclas se realizan varias conversiones de base.

Convierta 125.99₁₀ en un número hexadecimal, octal y binario.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 125.99 {HX} | 7D | Convierte sólo la parte entera (125) del número decimal a la base 16 y muestra este valor. |
| {OC} | 175 | Base 8. |
| {BN} | 1111101 | Base 2. |
| {DEC} | 125.9900 | Recupera la base 10; se mantiene el valor decimal original y la parte fraccional. |

Convierta 24FF₁₆ a la base binaria. El número binario tendrá una longitud de más de 12 dígitos (capacidad máxima de la pantalla).

| | | |
|-----------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| {HX} 24FF | 24FF_ | Utilice la tecla para teclear “F”. |
| {BN} | 010011111111 | El número binario entero no cabe. El indicador señala que el número sigue a la izquierda; el indicador apunta a . |
| | 10 | Muestra el resto del número. El número completo es 10010011111111 ₂ . |
| | 010011111111 | Vuelve a mostrar los primeros 12 dígitos. |
| {DEC} | 9,471.0000 | Recupera la base 10. |

Aritmética en las bases 2, 8 y 16

Las operaciones aritméticas que utilicen $\boxed{+}$, $\boxed{-}$, $\boxed{\times}$ y $\boxed{\div}$ se pueden realizar en cualquier base. Las únicas teclas de función que realmente se desactivan fuera del modo Decimal son $\boxed{\sqrt{x}}$, $\boxed{e^x}$, $\boxed{\text{LN}}$, $\boxed{y^x}$, $\boxed{1/x}$ y $\boxed{\Sigma+}$. Sin embargo, tenga en cuenta que la mayoría de las operaciones que no sean aritméticas no generarán resultados lógicos, ya que las partes fraccionales de los números se truncan.

Las operaciones aritméticas con las bases 2, 8 y 16 se realizan en la forma complemento de 2 y utilizan sólo números enteros:

- Si un número tiene una parte fraccional, en el cálculo aritmético se utilizará sólo la parte entera.
- El resultado de una operación será siempre un entero (cualquier parte fraccional se truncará).

Mientras que las conversiones cambian sólo el número mostrado, y no el número del registro X, las operaciones *aritméticas* sí alteran el número del registro X.

Si el resultado de una operación no se puede representar con 36 bits, en pantalla aparecerá el mensaje OVERFLOW y a continuación se mostrará el número positivo o negativo más largo posible.

Ejemplos:

A continuación se presentan algunos ejemplos de operaciones aritméticas en los modos hexadecimal, octal y binario:

| | | |
|-------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| $12F_{16} + E9A_{16} = ?$ | | |
| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
| $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{BASE}}$ {HX} | | Establece la base 16; el indicador HEX está activado. |
| 12F $\boxed{\text{ENTER}}$ E9A $\boxed{+}$ | FC9 | Resultado. |

$$7760_8 - 4326_8 = ?$$

BASE {OC}

7711 Establece la base 8; el indicador **OCT** está activado. Convierte el número mostrado a octal.

7760 **ENTER** 4326 **=**

3432 Resultado.

$$100_8 \div 5_8 = ?$$

100 **ENTER** 5 **÷**

14

Parte entera del resultado.

$$5A0_{16} + 1001100_2 = ?$$

BASE {HX} 5A0

5A0_ Establece la base 16; el indicador **HEX** está activado.

BASE {BN} 1001100

1001100_

Cambia a la base 2; el indicador **BIN** está activado. Esto termina la introducción de dígitos; no es necesario intercalar **ENTER** entre los números.

+

10111101100 Resultado en base binaria.

BASE {HX}

5EC Resultado en base hexadecimal.

BASE {DEC}

1,516.0000 Recupera la base decimal.

Representación de los números

Aunque la *presentación* de un número se convierte al cambiar la base, la forma almacenada no se modifica, por lo que los números decimales no se truncan hasta que se utilicen en cálculos aritméticos.

Cuando un número aparece en base hexadecimal, octal o binaria, se presenta como entero justificado a la derecha, con hasta 36 bits (12 dígitos octales ó 9 dígitos hexadecimales). Los ceros iniciales no aparecen, pero son importantes ya que indican que el número es positivo. Por ejemplo, la representación binaria de 125₁₀ se muestra como la siguiente:











1111101

que equivale al siguiente número de 36 dígitos:

000000000000000000000000000000001111101

Números negativos

El bit izquierdo (más significativo o “más alto”) en la representación de un número binario es el bit que indica el signo; para los números negativos se fija en (1). Si existen ceros iniciales (ocultos), entonces el bit que indica el signo será 0 (positivo). Un número negativo es el complemento de 2 de su número binario positivo.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 546   {HX} | 222 | Introduce un número decimal positivo y lo convierte a hexadecimal. |
|  | FFFFFFFFDDE | Complemento de 2 (signo cambiado). |
|   {EH} | 110111011110 | Versión binaria;  indica que existen más dígitos. |
|   | 111111111111 | Muestra la ventana del extremo izquierdo; el número es negativo ya que el bit más alto es 1. |
|   {DEC} | -546.0000 | Número decimal negativo. |

Amplitud de los números

El límite de tamaño de 36 bits determina la amplitud con la que se pueden representar los números en las bases hexadecimal (9 dígitos), octal (12 dígitos) y binaria (36 dígitos) y la amplitud de los números decimales (11 dígitos) que se pueden convertir a estas bases.

Amplitud de los números para conversiones de base

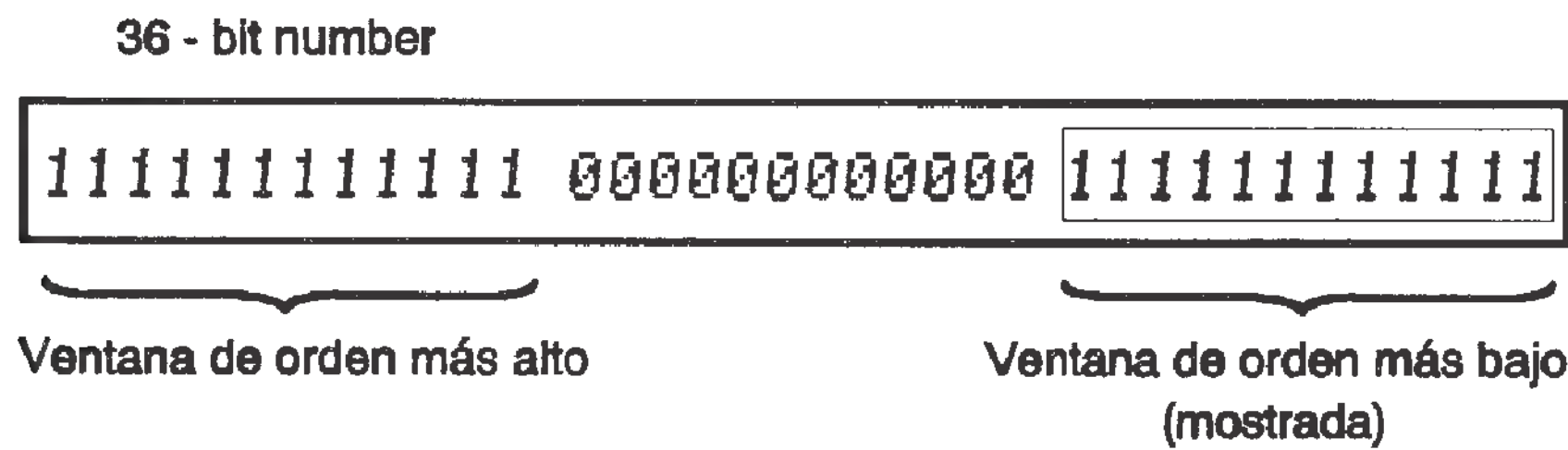
| Base | Entero positivo de mayor amplitud | Entero negativo de mayor amplitud |
|-------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Hexadecimal | 7FFFFFFFFF | 800000000 |
| Octal | 377777777777 | 400000000000 |
| Binario | 01111111111111111111 11111111111111111111 | 10000000000000000000 00000000000000000000 |
| Decimal | 34,359,738,367 | −34,359,738,368 |

Cuando introduzca los números, la calculadora no aceptará más del número máximo de dígitos para cada base. Por ejemplo, si intenta introducir un número hexadecimal de 10 dígitos, se interrumpirá la introducción de los dígitos y aparecerá el indicador ▲.

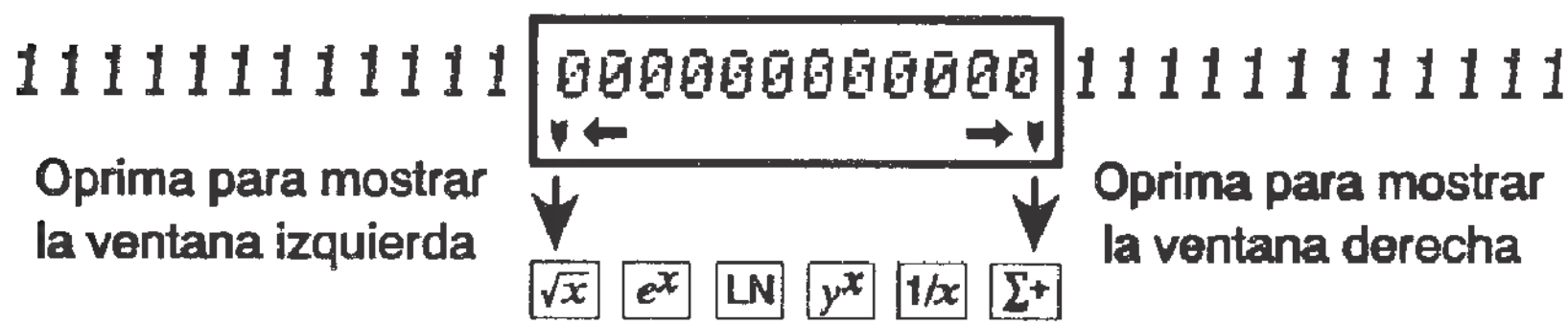
Si un número introducido en base decimal sobrepasa la amplitud indicada más arriba, presentará el mensaje TOO BIG en los modos de las demás bases. Cualquier operación que presente el mensaje TOO BIG generará una condición de desbordamiento por el que el número demasiado grande se sustituirá por otro número positivo o negativo lo más largo posible.

Ventanas para los números binarios largos




El número binario más largo puede tener 36 dígitos—tres veces la cantidad de dígitos que caben en pantalla. Cada pantalla que contenga 12 dígitos de un número largo se denomina *ventana*.







Cuando un número binario esté compuesto por más de 12 dígitos, aparecerá el indicador \leftarrow ó \rightarrow (o ambos) para indicar en qué dirección se encuentran los dígitos adicionales. Pulse la tecla indicada (\sqrt{x} ó $\Sigma+$) para ver la ventana oculta.



Cómo ver (SHOW) los números parcialmente ocultos

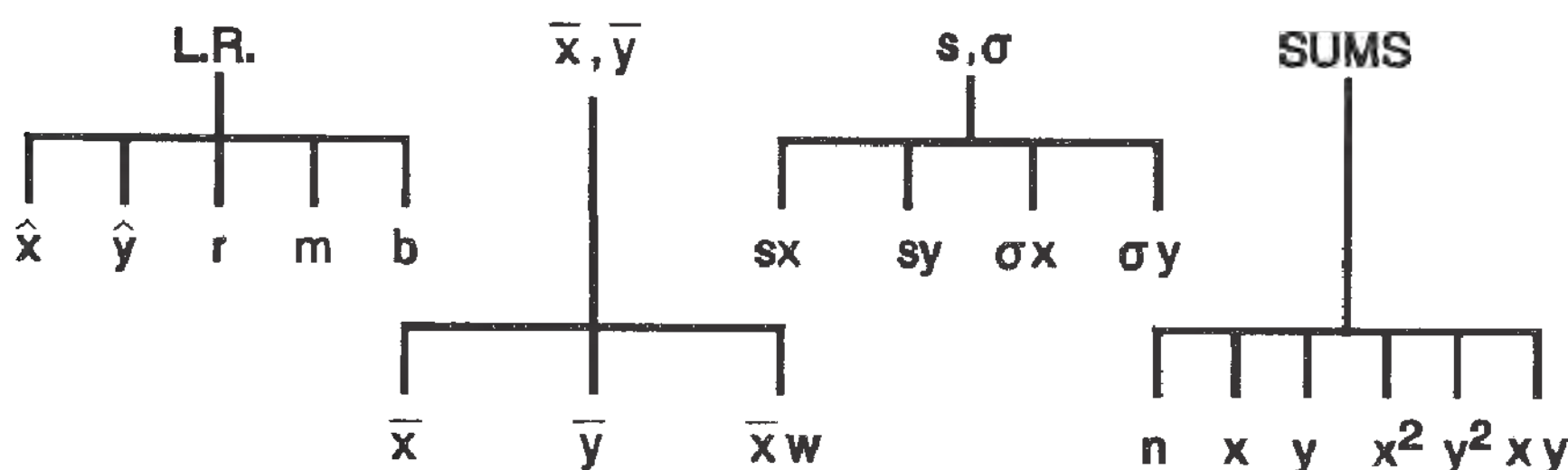
Las funciones  **VIEW** y  **INPUT** tratan los números no decimales del mismo modo que los números decimales. Sin embargo, si en pantalla no cabe un número octal o binario completo, los dígitos que se encuentren en el *extremo izquierdo* se sustituirán con puntos suspensivos (...). Pulse  **SHOW** para ver los dígitos ocultos por las etiquetas A=... ó A?....

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------|
|  BASE {OC} 123456712345 | 23456712345_ | Introduce un número octal largo. |
| STO A | 123456712345 | |
|  VIEW A | A=...456712345 | Elimina los tres dígitos del extremo izquierdo. |
|  SHOW (mantener pulsada) | 123456712345 | Muestra todos los dígitos. |
|  BASE {DEC} | 11,219,473,637.0 | Recupera el modo Decimal. |

Operaciones estadísticas

Los menús de estadísticas de la calculadora HP 32SII proporcionan las funciones necesarias para analizar estadísticamente un conjunto de datos de una o dos variables:

- Desviaciones estándar de media aritmética, muestra y población.
- Regresión lineal y estimación lineal (\hat{x} e \hat{y}).
- Media ponderada (x ponderado por y).
- Estadísticas sumatorias: n , Σx , Σy , Σx^2 , Σy^2 y Σxy .



Cómo introducir datos estadísticos

Los datos estadísticos de una o dos variables se introducen (o borran) de forma parecida utilizando la tecla $\boxed{\Sigma+}$ (ó $\boxed{\leftarrow} \boxed{\Sigma-}$). Los valores de los datos se acumulan como estadísticas sumatorias en seis *registros estadísticos* (de 28 a 33), cuyos nombres aparecen en el menú SUMS. (Pulse $\boxed{\rightarrow} \boxed{\text{SUMS}}$ y verá $n \ x \ y \ x^2 \ y^2 \ xy$).

Nota



Antes de introducir un conjunto de datos estadísticos nuevos deberá borrar siempre los registros de estadísticas (pulse \leftarrow **CLEAR** $\{\Sigma\}$).

Cómo introducir los datos de una variable

1. Pulse \leftarrow **CLEAR** $\{\Sigma\}$ para borrar los datos estadísticos ya existentes.
2. Teclee cada valor de x y pulse $\Sigma+$.
3. En pantalla aparecerá n , el número de valores estadísticos acumulados hasta el momento.


Al pulsar $\Sigma+$ realmente se introducen dos variables en los registros de estadísticas, ya que el valor ya existente en el registro Y se acumula como valor y . Por este motivo, la calculadora realizará una regresión lineal y mostrará los valores basados en y , incluso si ha introducido sólo los datos de x o si ha introducido un número desigual de valores de x e y . No se produce ningún error, pero los resultados obviamente carecen de sentido.

Para que en pantalla aparezca el valor *inmediatamente después de haberlo introducido*, pulse \leftarrow **LAST x** .

Cómo introducir los datos de dos variables

Cuando los datos están compuestos por dos variables, x es la *variable independiente* e y es la *variable dependiente*. Recuerde que debe introducir las dos variables (x , y) en orden *inverso* (y **ENTER** x) para que y se almacene en el registro Y y x en el registro X.





1. Pulse \leftarrow **CLEAR** $\{\Sigma\}$ para borrar los datos estadísticos ya existentes.
2. Introduzca *primero* el valor y y pulse **ENTER**.
3. Introduzca el valor x correspondiente y pulse $\Sigma+$.
4. En pantalla aparecerá n , el número de pares de datos estadísticos que ha acumulado.
5. Siga introduciendo los pares x, y . n se actualizará con cada entrada.




Para que en pantalla aparezca el valor x inmediatamente después de haberlo introducido, pulse  **LAST x;**.

Cómo corregir los errores en los datos introducidos

Si comete un error durante la introducción de datos estadísticos, borre los datos erróneos y introduzca los datos correctos. Aunque sólo un valor del par x, y no sea correcto, deberá borrar y volver a introducir *ambos* valores.

Para corregir los datos estadísticos:

1. Vuelva a introducir los datos erróneos, pero en vez de pulsar , pulse  . De este modo se borra el valor o valores y disminuye n .
2. Introduzca el valor o valores correctos utilizando .

Si los valores erróneos son los que acaba de introducir, pulse  **LAST x** para recuperarlos y a continuación pulse   para borrarlos.

(El valor erróneo y seguía en el registro Y y el valor x correspondiente se había almacenado en el registro LAST X).

Ejemplo:

Introduzca los valores x, y en el lado izquierdo y corrija los errores mostrados en el lado derecho:









| x, y iniciales | x, y corregidos |
|----------------|-----------------|
| 20, 4 | 20, 5 |
| 400, 6 | 40, 6 |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CLEAR { Σ } | | Borra los datos estadísticos ya existentes. |
| 4 ENTER 20 $\Sigma+$ | 1.00000 | Introduce el primer par de datos nuevos. |
| 6 ENTER 400 $\Sigma+$ | 2.00000 | En pantalla aparece n , el número del par de datos introducidos. |
| LAST x | 400.00000 | Recupera el último valor de x . El último valor de y sigue en el registro Y. (Pulse $x \leftrightarrow y$ dos veces para comprobar y). |
| $\Sigma-$ | 1.00000 | Borra el último par de datos. |
| 6 ENTER 40 $\Sigma+$ | 2.00000 | Vuelve a introducir el último par de datos. |
| 4 ENTER 20 $\Sigma-$ | 1.00000 | Borra el primer par de datos. |
| 5 ENTER 20 $\Sigma+$ | 2.00000 | Vuelve a introducir el primer par de datos. En los registros de estadísticas sigue habiendo un total de dos pares de datos. |

Cálculos estadísticos







Después de haber introducido los datos, puede utilizar las funciones de los menús de estadísticas.

Menús de estadísticas

| Menú | Tecla | Descripción |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L.R. |   | El menú de regresión lineal: estimación lineal $\{\hat{x}\}$ $\{\hat{y}\}$ y ajuste de curva $\{r\}$ $\{n\}$ $\{b\}$. Vea “Regresión lineal” más adelante en este capítulo. |
| \bar{x}, \bar{y} |   | El menú de media aritmética: $\{\bar{x}\}$ $\{\bar{y}\}$ $\{\bar{x}w\}$. Vea “Media aritmética” más abajo. |
| s, σ |   | El menú de desviación estándar: $\{sx\}$ $\{sy\}$ $\{\sigma x\}$ $\{\sigma y\}$. Vea “Desviación estándar de muestra” y “Desviación estándar de población” más adelante en este capítulo. |
| SUMS |   | El menú de suma: $\{n\}$ $\{x\}$ $\{y\}$ $\{x^2\}$ $\{y^2\}$ $\{xy\}$. Vea “Estadísticas sumatorias” más adelante en este capítulo. |

Media aritmética

La media es la media aritmética de un conjunto de números.

- Pulse   $\{\bar{x}\}$ para obtener la media de los valores x .
- Pulse   $\{\bar{y}\}$ para obtener la media de los valores y .
- Pulse   $\{\bar{x}w\}$ para obtener la media *ponderada* de los valores x que utilicen los valores y como ponderaciones o frecuencias. Las ponderaciones pueden ser números enteros o fraccionarios.

Ejemplo: Media aritmética (una variable).

Suponga que el supervisor de producción Francisco Castro quiere determinar la media de tiempo necesario para llevar a cabo un proceso determinado. Arbitrariamente escoge a seis personas, observa el tiempo que tarda cada una en completar el proceso y registra el tiempo del que ha necesitado (en minutos):

| | | |
|------|------|------|
| 15.5 | 9.25 | 10.0 |
| 12.5 | 12.0 | 8.5 |

Calcule la media de los tiempos. (Trate todos los datos como valores x).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|
| {Σ} | | Borra los registros de estadísticas. |
| 15.5 | 1.00000 | Introduce el primer tiempo. |
| 9.25 10 | 6.00000 | Introduce los datos restantes; se acumulan seis puntos de datos. |
| 12.5 12 | | |
| 8.5 | | |
| {x̄} | 11.2917 | Calcula la media de tiempo necesario para completar el proceso. |

Ejemplo: Media ponderada (dos variables).

Una empresa industrial compra cierta pieza de repuesto cuatro veces al año. El año pasado las compras fueron las siguientes:

| | | | | |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Precio por pieza (x) | \$4.25 | \$4.60 | \$4.70 | \$4.10 |
| Número de piezas (y) | 250 | 800 | 900 | 1000 |

Encuentre el precio medio (ponderado respecto a la cantidad de compra) de esta pieza. Recuerde introducir y , la ponderación (frecuencia), antes de x , el precio.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------|
| CLEAR {Σ} | | Borra los registros de estadísticas. |
| 250 ENTER 4.25 Σ+ | 1.0000 | Introduce los datos; muestra n . |
| 800 ENTER 4.6 Σ+ | 2.0000 | |
| 900 ENTER 4.7 Σ+ | 3.0000 | |
| 1000 ENTER 4.1 Σ+ | 4.0000 | Se acumulan cuatro pares de datos. |
| \bar{x}, \bar{y} {Σw} | 4.4314 | Calcula el precio medio ponderado de la cantidad adquirida. |

Desviación estándar de muestra

La desviación estándar de muestra mide la dispersión de los valores de los datos respecto a la media. En la desviación estándar los datos se consideran una muestra de un conjunto de datos más amplio y completo que se calcula utilizando $n - 1$ como divisor.

- Pulse **s, σ** {Σx} para obtener la desviación estándar de los valores x .
- Pulse **s, σ** {Σy} para obtener la desviación estándar de los valores y .

Las teclas {σx} y {σy} de este menú se describen en la siguiente sección “Desviación estándar de población”.

Ejemplo: Desviación estándar de muestra.

Utilizando el mismo proceso de tiempo que en el ejemplo de media anterior, Francisco Castro ahora quiere determinar el tiempo de desviación estándar (s_x) del proceso:

| | | |
|------|------|------|
| 15.5 | 9.25 | 10.0 |
| 12.5 | 12.0 | 8.5 |

Calcule la desviación estándar de los tiempos. (Trate todos los datos como valores x).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------|
| {Σ} | | Borra los registros de estadísticas. |
| 15.5 | 1.0000 | Introduce el primer tiempo. |
| 9.25 10 | 6.0000 | Introduce los datos restantes: se acumulan seis puntos de datos. |
| 12.5 12 | | |
| 8.5 | | |
| {Σx} | 2.5808 | Calcula el tiempo de desviación estándar. |






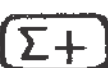


Desviación estándar de población

La desviación estándar de población mide la dispersión de los valores de los datos respecto a la media. La desviación estándar de población asume que los datos constituyen un conjunto de datos *completo* que se calcula utilizando n como divisor.

- Pulse {σx} para obtener la desviación estándar de población de los valores x .
- Pulse {σy} para obtener la desviación estándar de población de los valores y .

Ejemplo: Desviación estándar de población.


Las cuatro hijos mayores de la señora Galán miden 170, 173, 174 y 180 cm. Encuentre la desviación estándar de población de su altura.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------|
|   {Σ} | | Borra los registros de estadísticas. |
| 170  173  | 2.0000 | Introduce los datos. |
| 174  180  | 4.0000 | Se acumulan cuatro puntos de datos. |
|   {σx} | 3.6315 | Calcula la desviación estándar de población. |

Regresión lineal







La regresión lineal, L.R. (también denominada *estimación lineal*) es un método estadístico para encontrar la línea recta que mejor se ajuste a un conjunto de datos x,y .

| | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nota | Para evitar que aparezca el mensaje STAT ERROR, introduzca los datos <i>antes</i> de ejecutar cualquiera de las funciones del menú de L.R. |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Menú L.R. (Regresión lineal)

| Etiqueta menú | Descripción |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| {x̂} | Estima (pronostica) x para un valor hipotético dado de y , basado en la línea calculada para que se ajuste a los datos. |
| {ŷ} | Estima (pronostica) y para un valor hipotético dado de x , basado en la línea calculada para que se ajuste a los datos. |
| {r} | Coeficiente de correlación para los datos (x,y) . El coeficiente de correlación es un número entre -1 y $+1$ que mide la exactitud con la que la línea calculada se ajusta a los datos. |
| {m} | Pendiente de la línea calculada. |
| {b} | Intersección de la línea calculada con y . |

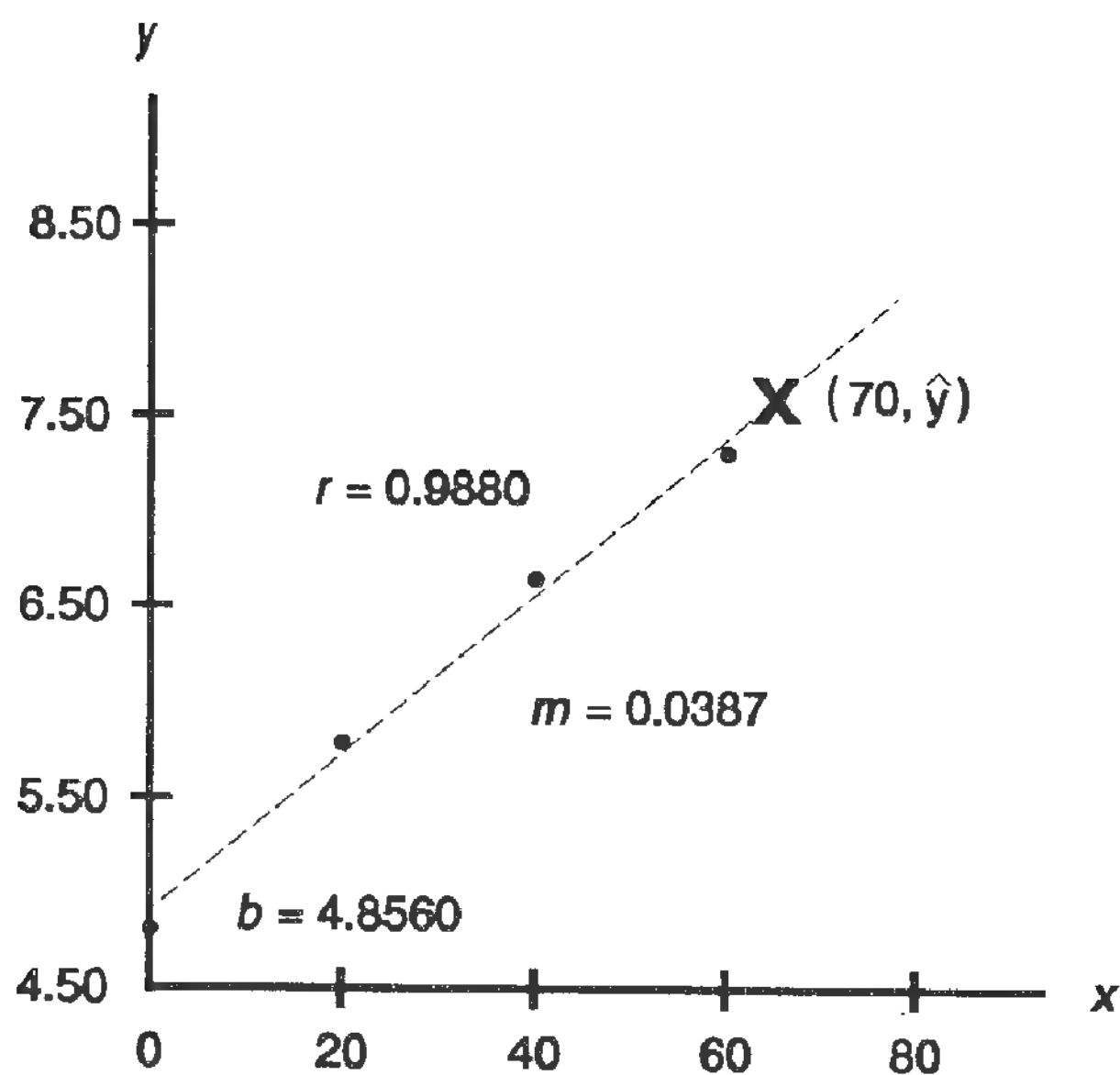
- Para encontrar un valor estimado para x (ó y), introduzca el valor hipotético dado para y (ó x) y pulse   {x̂} (ó   {ŷ}).
- Para encontrar los valores que definen la línea que mejor se ajusta a los datos, pulse   seguido de {r}, {m} ó {b}.

Ejemplo: Ajuste de curva.

El rendimiento de una nueva variedad de arroz depende del índice de fertilización con nitrógeno. Con los siguientes datos, determine la relación lineal: el coeficiente de correlación, la pendiente y la intersección con y .

| | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| X, Nitrógeno aplicado (kg por hectárea) | 0.00 | 20.00 | 40.00 | 60.00 | 80.00 |
| Y, Rendimiento en grano (toneladas métricas por hectárea) | 4.63 | 5.78 | 6.61 | 7.21 | 7.78 |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| {Σ} | | Borra todos los datos estadísticos anteriores. |
| 4.63 0 | 1.0000 | Introduce los datos; muestra n . |
| 5.78 20 | 2.0000 | |
| 6.61 40 | 3.0000 | |
| 7.21 60 | 4.0000 | |
| 7.78 80 | 5.0000 | Cinco pares de datos introducidos. |
| | \hat{x} \hat{y} r m b | Muestra el menú de regresión lineal. |
| {r} | 0.9880 | Coeficiente de correlación; datos muy próximos a la línea recta. |
| {m} | 0.0387 | Pendiente de la línea. |
| {b} | 4.8560 | Intersección con y . |



¿Qué sucedería si el campo de arroz se fertilizara con 70 kg de nitrógeno? Pronostique el rendimiento del grano basándose en la estadística anterior.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|-----------|--------------------------------------------------------|
| 70 | 70_ | Introduce el valor hipotético de x . |
| { | 7.5615 | El rendimiento pronosticado en toneladas por hectárea. |

Limitaciones en la precisión de los datos

La calculadora utiliza una precisión finita (de 12 a 15 dígitos), por lo que existen limitaciones en los cálculos debido al redondeo. A continuación se presentan dos ejemplos:

Normalización de números próximos grandes

Puede suceder que la calculadora no calcule correctamente la desviación estándar y la regresión lineal de una variable cuyos valores difieran por una cantidad relativamente pequeña. Para evitar esta problema, normalice los datos introduciendo cada valor como la diferencia de un valor central (como puede ser la media). Para los valores de x normalizados, esta diferencia deberá volver a sumarse al cálculo de \bar{x} y \hat{x} ; también \hat{y} y b se deben ajustar. Por ejemplo, si los valores de x son 7776999, 7777000 y 7777001, deberá introducir los datos como -1 , 0 y 1 , y a continuación volver a sumar 7777000 a \bar{x} y \hat{x} . Al valor de b , vuelva a sumar $7777000 \times m$. Para calcular \hat{y} , asegúrese de que proporciona un valor x que sea inferior a 7777000.

Este tipo de inexactitudes se generan también si los valores x e y tienen una diferencia muy grande. Nuevamente, el ajuste de los datos puede evitar este tipo de problema.


Efecto de los datos borrados

La ejecución de \leftarrow ($\Sigma-$) no borra ningún error de redondeo que los valores originales hayan podido generar en los registros de estadísticas. Esta diferencia no será grave, a menos que los datos erróneos tengan una magnitud que resulte desproporcionada respecto a los datos correctos; en este caso, convendrá borrar y volver a introducir todos los datos.






Valores sumatorios y registros de estadísticas

Los registros de estadísticas son seis únicas áreas de la memoria que almacenan la acumulación de los seis valores de suma.

Estadísticas sumatorias

Al pulsar  **SUMS** se accede al contenido de los registros de estadísticas:

- Pulse $\{n\}$ para recuperar el número de conjuntos de datos acumulados.
- Pulse $\{x\}$ para recuperar la suma de los valores de x .
- Pulse $\{y\}$ para recuperar la suma de los valores de y .
- Pulse $\{x^2\}$, $\{y^2\}$ y $\{xy\}$ para recuperar las sumas de los cuadrados y la suma de los productos de los valores x e y ; estos valores interesan para realizar otros cálculos estadísticos, además de aquellos facilitados por la calculadora.

El contenido de los registros de estadística se podrá ver después de haber introducido los datos estadísticos. Pulse  **MEM** {VAR} y a continuación   y   para ver los registros de estadísticas.

Ejemplo: Visualización de los registros de estadísticas.

Utilice $\Sigma+$ para almacenar los pares de datos (1,2) y (3,4) en los registros de estadísticas. A continuación vea los valores estadísticos almacenados.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|
| \leftarrow CLEAR { Σ } | | Borra los registros de estadísticas. |
| 2 ENTER 1 $\Sigma+$ | 1.0000 | Almacena el primer par de datos (1,2). |
| 4 ENTER 3 $\Sigma+$ | 2.0000 | Almacena el segundo par de datos (3,4). |
| \leftarrow MEM {VAR} | $\Sigma xy=14.0000$ | Muestra el catálogo VAR y muestra el registro Σxy . |
| \leftarrow \blacktriangle | | |
| \leftarrow \blacktriangle | $\Sigma y^2=20.0000$ | Muestra el registro Σy^2 . |
| \leftarrow \blacktriangle | $\Sigma x^2=10.0000$ | Muestra el registro Σx^2 . |
| \leftarrow \blacktriangle | $\Sigma y=6.0000$ | Muestra el registro Σy . |
| \leftarrow \blacktriangle | $\Sigma x=4.0000$ | Muestra el registro Σx . |
| \leftarrow \blacktriangle | $n=2.0000$ | Muestra el registro n . |
| C | 2.0000 | Sale del catálogo VAR. |

Registros de estadísticas en la memoria de la calculadora

El espacio de memoria (48 bytes) para los registros de estadísticas se asigna automáticamente (si ya no existe) al pulsar $\Sigma+$ ó $\Sigma-$. Los registros se borran y la memoria queda libre de asignaciones al ejecutar \leftarrow CLEAR { Σ }.

Si la calculadora no dispone de memoria suficiente para almacenar los registros de estadísticas cuando pulsa $\Sigma+$ (ó $\Sigma-$) por primera vez, aparecerá el mensaje MEMORY FULL. Deberá borrar variables, ecuaciones o programas (o una combinación) para crear espacio para los registros de estadísticas antes de poder introducir los datos estadísticos. Consulte “Cómo gestionar la memoria de la calculadora” en el apéndice B.

Acceso a los registros de estadísticas

Las asignaciones de los registros de estadísticas en la calculadora HP 32SII se indican en la siguiente tabla.

Registros de estadísticas

| Registro | Número | Descripción |
|--------------|--------|-----------------------------------------------------------|
| n | 28 | Número de pares de datos acumulados. |
| Σx | 29 | Suma de los valores de x acumulados. |
| Σy | 30 | Suma de los valores de y acumulados. |
| Σx^2 | 31 | Suma de cuadrados de los valores de x acumulados. |
| Σy^2 | 32 | Suma de cuadrados de los valores de y acumulados. |
| Σxy | 33 | Suma de productos de los valores de x e y acumulados. |

Un registro de estadísticas con una suma se puede cargar almacenando el número (de 28 a 33) del registro que desea en i (número STO (i)) y a continuación almacenando la suma (valor STO (i)). Del mismo modo, puede pulsar VIEW (i) para ver el valor de un registro; en pantalla aparecerá el nombre del registro. El menú SUMS contiene funciones para recuperar los valores de los registros. Para más información, consulte la sección “Direccionamiento indirecto de Variables y Etiquetas” del capítulo 13.

Parte 2

Cómo Programar

Programación elemental

En la parte 1 de este manual se han presentado las funciones y operaciones que puede utilizar *manualmente*, es decir, pulsando una tecla para cada operación individual. Se ha indicado también cómo se pueden utilizar las ecuaciones para repetir los cálculos sin tener que volver a pulsar todas las teclas cada vez.

En la parte 2 se explicará cómo puede utilizar los *programas* para realizar cálculos repetitivos: cálculos que conllevan más control de entrada y de salida y una lógica más compleja. Un programa le permite repetir las operaciones y cálculos exactamente como desee.

En este capítulo conocerá cómo programar una serie de operaciones. En el siguiente capítulo, “Técnicas de programación” conocerá el uso de las subrutinas y de instrucciones condicionales.

Ejemplo: Un programa sencillo.

Para encontrar el área de una circunferencia con radio de 5, utilice la fórmula $A = \pi r^2$ y pulse:

5     

para obtener el resultado de esta circunferencia, 78.5398.

Pero ¿qué sucedería si quisiese encontrar el área de muchas circunferencias distintas? En vez de tener que pulsar estas teclas cada vez (modificando sólo el valor “5” para cada radio distinto), podrá introducir las teclas que se repiten en un programa:

001 x^2







002 π

003 \times

Este programa tan sencillo asume que el valor del radio corresponderá siempre al registro X (la pantalla) cuando comience a ejecutarse. De

este modo, calculará el área y el resultado permanecerá en el registro X.

Para introducir este programa en la memoria del programa, haga lo siguiente:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
|  CLEAR { ALL } { Y } | | Despeja la memoria. |
|  PRGM | | Activa el modo de entrada de programas (aparecerá activado el indicador PRGM). |
|  GTO 0 0 | PRGM TOP | Restaura el puntero de programa a PRGM TOP. |
|  x^2 | 001 x^2 | (Radio) ² |
|  π | 002 π | |
| \times | 003 \times | Area = πx^2 |
|  PRGM | | Sale del modo de entrada de programas. |

Intente ejecutar este programa para encontrar el área de una circunferencia con un radio de 5:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|
|  GTO 0 0 | | Da inicio al programa. |
| 5 R/S | 78.5398 | ¡Esta es la respuesta! |

Seguiremos utilizando el ejemplo de este programa, para el área de una circunferencia, con el fin explicar los conceptos y métodos de programación.

Cómo crear un programa

En los siguientes puntos se presentan las instrucciones que puede introducir en un programa y cómo estas establecen el tipo de presentación en pantalla y el funcionamiento del programa.

Límites del programa (LBL y RTN)

Si desea almacenar más de un programa en la memoria del programa, el programa deberá tener una *etiqueta* que marque el comienzo (como A01 LBL A) y un *retorno* que marque el final del mismo (como A05 RTN).

Observe que los números de línea asumen la A para que coincida con la etiqueta.

Etiquetas de programa

Los programas y segmentos de programas (denominados *rutinas*) deben comenzar con una etiqueta. Para registrar la etiqueta, pulse:

 **LBL** tecla alfabética

La etiqueta se utiliza como medio de identificación para ejecutar un programa o rutina específica. La etiqueta está compuesto por una sola letra de la A a la Z. Las teclas alfabéticas se utilizan igual que para las variables (como se ha indicado en el capítulo 3). Una misma etiqueta no se puede asignar más de una vez (de lo contrario aparecería el mensaje DUPLICAT.LBL), pero puede utilizar la misma letra que una variable.

Un programa (el superior) se puede almacenar en la memoria sin ninguna etiqueta. Sin embargo, es necesario que los programas siguientes tengan una etiqueta entre ellos que los diferencie.

Números de línea de programa

Los números de línea van precedidos por la letra correspondiente a la etiqueta, como por ejemplo A01. Si la rutina de una etiqueta tiene más de 99 líneas, entonces el número de línea aparecerá con un punto decimal en vez del número de la izquierda, como A.01 para la línea 101 en la etiqueta A. Para más de 199 líneas, el número de línea utiliza una coma, como A,01 para la línea 201.

Retornos de programa

Los programas y subrutinas deberán terminar con una instrucción de retorno, con las siguientes teclas:



Cuando termina la ejecución del programa, la última instrucción RTN restaura el puntero de programa a `PRGM TOP`, el principio de la memoria del programa.

Cómo utilizar RPN y ecuaciones en los programas

Con los programas se pueden realizar los mismo cálculos que desde el teclado:

- Utilizando las operaciones RPN (que funcionan con la pila, como se ha explicado en el capítulo 2).
- Utilizando ecuaciones (como se ha explicado en el capítulo 6).

En el ejemplo anterior se ha utilizado una serie de *operaciones RPN* para calcular el área de la circunferencia. A su vez, podría haber utilizado una *ecuación* en el programa. (Más adelante en este capítulo se presenta un ejemplo). Muchos programas son una combinación de RPN y de ecuaciones que utilizan las ventajas de ambas.

| Ventajas de las operaciones RPN | Ventajas de las ecuaciones |
|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Utilizan menos memoria. | Son fáciles de escribir y leer. |
| Se ejecutan con más rapidez. | Pueden solicitar datos automáticamente. |

Cuando un programa ejecuta una línea que contiene una ecuación, la ecuación se calcula igual que si se utiliza `XEQ` en la lista de ecuaciones. En el cálculo de un programa, un “=” en una ecuación se considera esencialmente como un “—”. (No existe un equivalente programable de `ENTER` para una ecuación de asignación, a menos que se escriba la ecuación como una expresión y se utilice `STO` para almacenar el valor en la variable).

Para ambos tipos de cálculos, puede incluir las instrucciones de RPN para controlar la entrada, salida y flujo de programa.

Entrada y salida de datos


Para los programas que necesitan más de una entrada o presentan más de un resultado, puede decidir cómo quiere que el programa introduzca la información o presente el resultado.

Para la entrada, puede solicitar el valor de una variable con la instrucción **INPUT**, puede especificar que una ecuación solicite las variables que necesite o puede recuperar los valores introducidos con anterioridad en la pila.





Para la salida, puede visualizar una variable con la instrucción **VIEW**, puede visualizar un mensaje procedente de la ecuación o puede dejar valores no asignados en la pila.


Este tema se trata en la sección “Cómo introducir y visualizar datos” más adelante en este capítulo.


Cómo introducir un programa








Al pulsar  **PRGM** se activa o desactiva el modo de entrada de programas y se enciende o apaga indicador **PRGM**. Las teclas que pulse con el modo de entrada de programas se almacenarán en la memoria como líneas de programa. Cada instrucción o número ocupará una línea de programa, sin que exista un límite (que no sea la memoria disponible) en el número de líneas de un programa.




Para introducir un programa en la memoria:


1. Pulse  **PRGM** para activar el modo de entrada de programas.
2. Pulse  **GTO**   para que aparezca **PRGM TOP**. Esto coloca el *puntero de programa* en una posición conocida, *delante* de todos los programas. A medida que introduzca las líneas de programa, éstas se insertarán *delante* de todas las demás líneas de programa.

Si no necesita utilizar ningún otro programa que se encuentre en la memoria, despeje la memoria de programa pulsando  **CLEAR** {**PRGM**}. Para confirmar que quiere borrar *todos* los programas, pulse {**Y**} después del mensaje **CL PRGMS? Y N**.


3. Asigne una *etiqueta* al programa, una sola letra de la A a la Z. Pulse  **LBL** *letra*. Elija una letra que le recuerde la finalidad del programa, como “A” para “área”.

Si aparece el mensaje **DUPLICAT.LBL**, utilice una letra distinta, o bien borre el programa ya existente: pulse  **MEM** {**PRGM**}, utilice   ó   para encontrar la etiqueta y pulse  **CLEAR** y .

4. Para registrar las operaciones de cálculo como instrucciones de programa, pulse las mismas teclas que al realizar una operación manualmente. Recuerde que muchas funciones no aparecen en el teclado y que debe acceder a ellas a través de los menús. Para introducir una ecuación en una línea de programa, consulte las instrucciones que se indican más abajo.
5. Termine el programa con una instrucción de *retorno*, para que el puntero de programa vuelva a **PRGM TOP** después de la ejecución del programa. Pulse  **RTN**.
6. Pulse  (ó  **PRGM**) para salir del modo de entrada de programas.

Los números de las líneas de programa se almacenan exactamente por el mismo orden en que las ha introducido y se visualizarán utilizando el formato **ALL** ó **SCI**. (Si un número largo no aparece en pantalla en su totalidad, pulse  **SHOW** para ver todos los dígitos).

Para introducir una ecuación en una línea de programa:

1. Pulse  **EQN** para activar el modo de entrada de ecuaciones. Se activará el indicador **EQN**.

2. Introduzca la ecuación igual que en la lista de ecuaciones. Para más detalles, consulte el capítulo 6. Utilice \leftarrow para corregir los errores mientras teclea.
3. Pulse ENTER para terminar la ecuación y mostrar el extremo izquierdo. (La ecuación *no* se almacena en la lista de ecuaciones).

Después de haber introducido una ecuación, puede pulsar \rightarrow SHOW para ver la verificación y longitud de la misma. Mantenga pulsada la tecla SHOW para mantener los valores en pantalla.

En una ecuación larga, los indicadores \rightarrow y \blacktriangledown señalan que se ha activado el desplazamiento para esta línea de programa. Puede utilizar $\Sigma+$ y \sqrt{x} para desplazar la pantalla. Pulse \rightarrow SCRL para desactivar el indicador \blacktriangledown y utilizar las teclas de la fila superior para introducir instrucciones de programa.

Teclas para borrar


Observe estas condiciones especiales durante la entrada de un programa:












- C sale siempre del modo de entrada de programas. No iguala nunca un número a cero.
- Si la línea de programa no contiene una ecuación, \leftarrow borra la línea de programa actual; retrocede si se están introduciendo dígitos (en pantalla se encuentra el cursor “_”).
- Si la línea de programa contiene una ecuación, \leftarrow comienza a editar la ecuación; borra la función o variable más a la derecha si se está introduciendo una ecuación (en pantalla se encuentra en cursor “■”).
- \leftarrow CLEAR {EQN} borra una línea de programa si ésta contiene una ecuación.
- Para *programar* una función que borre el registro X, utilice \leftarrow CLEAR {x}.

Nombres de función en los programas

El nombre de una función que se utiliza en una línea de programa *no* es necesariamente el mismo que el que aparece en la tecla, menú o ecuación. Normalmente, el nombre que se utiliza en un programa es una abreviatura más completa de la que puede aparecer en una tecla o menú. Este nombre más completo se presenta brevemente en pantalla siempre que ejecute una función: el nombre permanecerá en pantalla mientras mantenga pulsada la tecla.

Ejemplo: Introducción de un programa con etiqueta.




























Al pulsar las siguiente teclas se borra el programa anterior para el área de una circunferencia y se introduce uno nuevo que incluye una etiqueta y una instrucción de retorno. Si comete un error durante la introducción de los datos, pulse  para borrar la línea de programa en curso y vuelva a introducir la línea correcta.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------|
|  PRGM | | Activa el modo de entrada de programas (PRGM activado). |
|  CLEAR {PGM} {Y} | PRGM TOP | Borra toda la memoria del programa. |
|  LBL A | A01 LBL A | Asigna la etiqueta A (para “área”) a esta rutina de programa. |
|  x^2 | A02 x^2 | Introduce las tres líneas de programa. |
|  π | A03 π | |
|  | A04 x | |
|  RTN | A05 RTN | Termina el programa. |
|  MEM {PGM} | LBL A 007.5 | Muestra la etiqueta A y la longitud del programa en bytes. |
|  SHOW | CK=E02C 007.5 | Verificación y longitud del programa. |
|   | | Sale del modo de entrada de programas (PRGM desactivado). |

Si aparece una verificación distinta, significa que el programa no se ha introducido exactamente como se ha indicado.

Ejemplo: Introducción de un programa con un ecuación.

El siguiente programa calcula el área de una circunferencia utilizando una ecuación, en vez de operaciones RPN, como en el programa anterior.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | PRGM TOP | Activa el modo de entrada de programas; coloca el puntero al principio de la memoria. |
|   E | E01 LBL E | Asigna la etiqueta E (para “ecuación”) a esta rutina de programa. |
|  R | E02 STO R | Almacena el radio en la variable <i>R</i> . |
|       R  2  | E03 $\pi \times R^2$ | Selecciona el modo de entrada de ecuaciones; introduce la ecuación; vuelve al modo de entrada de programas. |
|   | CK=E3FD 009.0 | Verificación y longitud de la ecuación. |
|   | E04 RTN | Termina el programa. |
|   {PGM} | LBL E 013.5 | Muestra la etiqueta E y la longitud de programa en bytes. |
|   | CK=1352 013.5 | Verificación y longitud del programa. |
|   | | Cancela la entrada al programa. |

Cómo ejecutar un programa

Para *ejecutar* un programa, el modo de entrada de programas no debe estar activado (no deben aparecer los números de línea de programa y **PRGM** debe estar desactivado). Pulsando **C** se sale del modo de entrada de programas.

Cómo ejecutar un programa (XEQ)

Pulse **XEQ** *etiqueta* para ejecutar el programa al que se ha asignado esa letra. Si en la memoria existe sólo un programa, puede ejecutarlo también pulsando **←** **GTO** **◊** **◊** **R/S** (*ejecución/parada*). El indicador **PRGM** parpadeará mientras se esté ejecutando el programa.

Si fuera necesario, introduzca los datos antes de ejecutar el programa.

Ejemplo:











Ejecute los programas con las etiquetas A y E para encontrar las áreas de tres circunferencias distintas con radios de 5, 2.5 y 2π . Recuerde que debe introducir los radios antes de ejecutar A ó E.



| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 XEQ A | RUNNING 78.5398 | Introduce los radios e inicia el programa A. El resultado del área aparece en pantalla. |
| 2.5 XEQ E | 19.6350 | Calcula el área de la segunda circunferencia utilizando el programa E. |
| 2 → π × XEQ A | 124.0251 | Calcula el área de la tercera circunferencia. |

Cómo comprobar el funcionamiento de un programa





Si sabe que existe un error en un programa, pero no está seguro dónde se encuentra ese error, será conveniente que compruebe el funcionamiento del mismo ejecutándolo paso a paso. Conviene también comprobar un programa largo y complejo antes de confiar en su exactitud. Al ejecutarlo paso a paso, de línea en línea, podrá ver el resultado después de la ejecución de cada línea de

programa y comprobar si la ejecución de los datos conocidos genera el correspondiente resultado esperado.

1. Al igual que en una ejecución normal, asegúrese de que el modo de entrada de programas no está activado (el indicador **PRGM** está desactivado).
2. Pulse   *etiqueta* para colocar el puntero de programa al principio del programa (es decir, en la instrucción LBL). La instrucción  desplaza el puntero de programa sin comenzar la ejecución. (Si el programa es el primero o es el único existente, puede pulsar     para colocarse al principio del mismo).
3. Pulse y mantenga pulsadas las teclas   para que se visualice la línea de programa en curso. Cuando suelte  se ejecutará la línea. Entonces aparecerá el resultado de la operación ejecutada (en el registro X).













Para pasar a la línea *anterior*, puede pulsar  . No se ejecuta ninguna instrucción.

4. El puntero de programa pasa a la línea siguiente. Repita el paso 3 hasta que encuentre el error (se genera un resultado erróneo) o llegue al final del programa.

Si el modo de entrada de programas está activado, entonces   ó   sólo cambia el puntero de programa sin ejecutar las líneas. Si se mantiene pulsada una tecla del cursor durante la entrada de programas, las líneas se desplazarán automáticamente.

Ejemplo: Comprobación de funcionamiento de un programa.

Ejecute paso a paso el programa etiquetado A. Utilice un radio de 5 para la comprobación de los datos. Asegúrese de que el modo de entrada de programas *no* está activado antes de comenzar:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------|
| 5 | 5.0000 | Desplaza el contador del programa a la etiqueta A. |
|   A | | |
|   (mantener pulsado) (soltar) | A01 LBL A 5.0000 | |
|   (mantener pulsado) (soltar) | A02 x^2 25.0000 | Eleva al cuadrado el valor introducido. |
|   (mantener pulsado) (soltar) | A03 π 3.1416 | Valor de π . |
|   (mantener pulsado) (soltar) | A04 \times 78.5398 | 25π . |
|   (mantener pulsado) (soltar) | A05 RTN 78.5398 | Fin del programa. El resultado es correcto. |

Cómo introducir y visualizar datos

Las *variables* de la calculadora se utilizan para almacenar los datos introducidos, los resultados intermedios y los resultados finales. (Las variables, como se explica en el capítulo 3, se identifican mediante una letra de la A a la Z ó i, pero los nombres de las variables no tienen relación alguna con las etiquetas de programa).

En un programa, los datos se pueden obtener de las siguientes maneras:

- Desde una instrucción INPUT, que solicita el valor de una variable. (Esta es la técnica más cómoda).
- Desde la pila. (Puede utilizar STO para almacenar el valor en una variable y utilizarlo más adelante).
- Desde las variables que ya tienen valores almacenados.


- Desde la solicitud automática de la ecuación (si se activa con el indicador 11). (Esto resulta cómodo si se utilizan también ecuaciones).

En un programa, la información se puede visualizar de las siguientes maneras:

- Con una instrucción VIEW, que muestra el nombre y el valor de una variable. (Esta es la técnica más cómoda).
- En la pila—aparece sólo el valor del registro X. (Puede utilizar PSE para visualizar 1 segundo el registro X).
- En una ecuación mostrada (si se activa con el indicador 10). (La “ecuación” normalmente es un mensaje y no una verdadera ecuación).

Algunas de estas técnicas de entrada y de salida se describen en los siguientes puntos.

Cómo utilizar INPUT para la introducción de datos

La instrucción INPUT ( **INPUT** *variable*) interrumpe la ejecución del programa y presenta un indicador para la variable dada, incluyendo el valor existente para la variable, como por ejemplo:

R?0.0000

donde

“R” es el nombre de la variable,

“?” es el indicador que solicita información y

0.0000 es el valor actual almacenado en la variable.

Pulse **R/S** (*ejecución/parada*) para reanudar el programa. El valor introducido se escribe sobre el contenido del registro X y se almacena en la variable dada. Si no ha modificado el valor mostrado, entonces ese valor se mantiene en el registro X.

El programa para encontrar el área de una circunferencia con una instrucción INPUT será como el siguiente:


```

A01 LBL A
A02 INPUT R
A03  $x^2$ 
A04  $\pi$ 
A05  $\times$ 
A06 RTN

```

Para utilizar la función INPUT en un programa:

1. Decida qué valores necesitará y asígneles los nombres. (En el ejemplo del área de la circunferencia, el único valor necesario es el radio, al que se puede asignar una R).
2. Al principio del programa, inserte una instrucción INPUT para cada variable cuyo valor vaya a necesitar. Más adelante en el programa, cuando escriba la parte del cálculo que necesite un valor dado, inserte una instrucción **RCL** *variable* para volver a introducir el valor en la pila.

Puesto que la instrucción INPUT también almacena el valor que acaba de introducir en el registro X, no es *necesario* que recupere la variable más adelante; puede introducirla (INPUT) y utilizarla cuando la necesite. De este modo puede ahorrar cierto espacio en la memoria. Sin embargo, en un programa largo resulta más sencillo introducir todos los datos desde el principio y a continuación recuperar todas las variables a medida que se necesiten.

Recuerde también que el usuario del programa puede realizar cálculos mientras el programa no se está ejecutando y espera la introducción de datos. Esto puede alterar el contenido de la pila y afectar al siguiente cálculo que realice el programa. Por lo tanto, el programa no asumirá que el contenido de los registros X, Y y Z sea el mismo antes y después de la instrucción INPUT. Si reúne todos los datos al principio y los recupera cuando los necesita para realizar un cálculo, esto evita que el contenido de la pila se altere justo antes de un cálculo.

Por ejemplo, vea el programa de la sección “Transformaciones de coordenadas” del capítulo 15. La rutina D reúne todos los datos introducidos necesarios para las variables M , N y T (líneas de D02 a D04) que definen las coordenadas x e y y el ángulo θ de un sistema nuevo.

Para responder a una solicitud:

Al ejecutar el programa, éste se detendrá en cada INPUT y solicitará el valor de la variable, como por ejemplo $R=78.5398$. El valor mostrado (y el contenido del registro X) será el contenido en curso de R .

- Para dejar el número intacto, pulse sólo **(R/S)**.
- Para cambiar el número, teclee el número nuevo y pulse **(R/S)**. Este número nuevo se escribirá sobre el valor antiguo del registro X. Si lo desea, puede introducir un número como fracción. Si necesita calcular un número, utilice el teclado para cálculos normales y pulse **(R/S)**. Por ejemplo, puede pulsar 2 **(ENTER)** 5 **(y^x)** **(R/S)**.
- Para cambiar el número, teclee el número nuevo y pulse **(R/S)**. Este número nuevo se escribirá sobre el valor antiguo del registro X. Si necesita calcular un número, puede hacerlo antes pulsando **(R/S)**. Si lo desea, puede introducir un número como fracción.
- Para realizar un cálculo con el número mostrado, pulse **(ENTER)** antes de teclear cualquier otro número.
- Para cancelar el indicador INPUT, pulse **(C)**. El valor en curso de la variable permanece en el registro X. Si pulsa **(R/S)** para recuperar el programa, volverá a aparecer el indicador INPUT cancelado. Si pulsa **(C)** durante la introducción de dígitos, el número se igualará a cero. Pulse **(C)** de nuevo para cancelar el indicador INPUT.
- Para visualizar los dígitos que oculta el indicador, pulse **(\rightarrow)** **(SHOW)**. (Si el número es binario con más de 12 dígitos, utilice las teclas **(\sqrt{x})** y **($\Sigma+$)** para ver el resto).

Cómo utilizar VIEW para visualizar los datos

La instrucción VIEW programada (**(\rightarrow)** **(VIEW)** *variable*) interrumpe la ejecución de un programa y muestra e identifica el contenido de la variable dada, como por ejemplo:

$R=78.5398$

Esto *sólo aparece* en pantalla y no copia el número en el registro X. Si el modo de presentación de Fracciones esta activado, el valor aparecerá como fracción.

- Al pulsar **(ENTER)** se copia este número en el registro X.

- Si el número tiene más de 10 caracteres, pulsando $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{SHOW}}$ se muestra el número entero. (Si es un número binario con más de 12 dígitos, utilice las teclas $\boxed{\sqrt{x}}$ y $\boxed{\Sigma+}$ para ver el resto).
- Al pulsar \boxed{C} (ó $\boxed{\blacklozenge}$) se borra la pantalla VIEW y aparece el registro X.
- Al pulsar $\boxed{\leftarrow}$ $\boxed{\text{CLEAR}}$ se borra el contenido de la variable mostrada. Pulse $\boxed{R/S}$ para continuar con el programa.

Si no quiere que el programa se interrumpa, consulte “Cómo visualizar la información sin interrumpir el programa” más abajo.




Por ejemplo, consulte el programa de la sección “Distribuciones normal e inversa-normal” del capítulo 16. Las líneas T15 y T16 al final de la rutina T muestran el resultado de X . Observe también que la instrucción VIEW de este programa va precedida por la instrucción RCL. La instrucción RCL no es necesaria, pero es conveniente porque introduce la variable mostrada (VIEW) en el registro X, poniéndola a disposición para cálculos manuales. (Si se pulsa $\boxed{\text{ENTER}}$ mientras se visualiza una pantalla VIEW, el resultado será el mismo). Los demás programas de aplicaciones de los capítulos de 15 a 17 también aseguran que la variable mostrada (VIEW) se encuentre en el registro X, excepto para el programa “Averiguación de la raíz polinómica”.

Cómo utilizar las ecuaciones para mostrar mensajes

La validez de las ecuaciones no se comprueba hasta que éstas se hayan calculado. Esto significa que puede introducir casi *cualquier* secuencia de caracteres en un programa como una ecuación: se introduce como *cualquier* ecuación. En cualquier línea de programa, pulse $\boxed{\rightarrow}$ $\boxed{\text{EQN}}$ para comenzar la ecuación. Pulse las teclas de números y operaciones matemáticas para obtener números y símbolos. Pulse $\boxed{\text{RCL}}$ antes de cada letra. Pulse $\boxed{\text{ENTER}}$ para terminar la ecuación.

Si el indicador 10 está activado, las ecuaciones se *visualizarán*, en vez de *calcularse*. Esto significa que puede visualizar cualquier mensaje que introduzca como una ecuación. (Los indicadores se describen detalladamente en el capítulo 13).

Cuando el mensaje aparece en pantalla, el programa se interrumpe—pulse $\boxed{R/S}$ para reanudar la ejecución. Si el mensaje mostrado tienen más de 12 caracteres, los indicadores \rightarrow y \blacktriangledown se activarán cuando el mensaje aparezca en pantalla. Entonces puede utilizar $\boxed{\Sigma+}$ y $\boxed{\sqrt{x}}$ para

desplazar la pantalla. Puede pulsar   para desactivar  y devolver las teclas de la fila superior a sus funciones normales.

























Si no desea que el programa se interrumpa, consulte la sección “Cómo visualizar la información sin interrumpir el programa” más abajo.

Ejemplo: INPUT, VIEW y mensajes en un programa.

Escriba una ecuación para encontrar el área de superficie y el volumen de un cilindro teniendo el radio y la altura. Asigne al programa la etiqueta C (para *cilindro*) y utilice las variables S (área superficie), V (volumen), R (radio) y H (altura). Utilice las siguientes fórmulas:

$$V = \pi R^2 H$$

$$S = 2\pi R^2 + 2\pi RH = 2\pi R(R + H).$$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|      | PRGM TOP | Entrada de programas; coloca el puntero al principio de la memoria. |
|   C | C01 LBL C | Asigna la etiqueta al programa. |
|   R   H | C02 INPUT R C03 INPUT H | Instrucciones para solicitar el radio y la altura. |
|       R  2   H  | C04 $\pi \times R^2 \times H$ | Calcula el volumen. |
|   | CK=9194 012.0 | Verificación y longitud de la ecuación. |
|  V | C05 STO V | Almacena el volumen en V. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| \rightarrow EQN 2 \times \rightarrow π \times RCL R \times \rightarrow (RCL R + RCL H \rightarrow) ENTER | C06 $2 \times \pi \times R \times R$ | Calcula el área de superficie. |
| \rightarrow SHOW | CK=A911 018.0 | Verificación y longitud de la ecuación. |
| STO S | C07 STO S | Almacena el área de superficie en S. |
| \rightarrow FLAGS {SF} 0 0 | C08 SF 10 | Establece el indicador 10 para que muestre las ecuaciones. |
| \rightarrow EQN RCL V RCL O RCL L SPACE + SPACE RCL A RCL R RCL E RCL A ENTER | C09 VOL + AR | Muestra el mensaje en ecuación. |
| \rightarrow FLAGS {CF} 0 0 | C10 CF 10 | Borra el indicador 10. |
| \rightarrow VIEW V | C11 VIEW V | Muestra el volumen. |
| \rightarrow VIEW S | C12 VIEW S | Muestra el área de superficie. |
| \rightarrow RTN | C13 RTN | Termina el programa. |
| \leftarrow MEM {PGM} | LBL C 061.5 | Muestra la etiqueta C y la longitud de programa en bytes. |
| \rightarrow SHOW | CK=6047 061.5 | Verificación y longitud del programa. |
| C C | | Cancela la entrada de programas. |

Encuentre ahora el volumen y área de superficie de un cilindro con radio de $2\frac{1}{2}$ cm y altura de 8 cm.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [XEQ] C | R? <i>valor</i> | Comienza a ejecutar C; solicita el valor de <i>R</i> . (Muestra cualquier valor que se encuentre en <i>R</i>). |
| 2 [.] 1 [.] 2 [R/S] | H? <i>valor</i> | Introduce $2\frac{1}{2}$ como fracción. Solicita el valor de <i>H</i> . |
| 8 [R/S] | VOL + AREA | Mensaje mostrado. |
| [R/S] | V=157.0796 | Volumen en cm ³ . |
| [R/S] | S=164.9336 | Area de superficie en cm ² . |

Cómo visualizar la información sin interrumpir el programa

Normalmente, un programa se interrumpe cuando muestra una variable con VIEW o cuando muestra un mensaje de ecuación. Deberá pulsar **[R/S]** para reanudar la ejecución.

Si lo desea, puede reanudar el programa mientras la información aparece en pantalla. Si la *siguiente* línea de programa—después de una instrucción VIEW o una ecuación mostrada—contiene una instrucción PSE (*pausa*), la información aparecerá en pantalla y la ejecución seguirá después de 1 segundo de pausa. En este caso, no se admite ningún desplazamiento o introducción de datos desde el teclado.

La pantalla la borran otras operaciones de pantalla y la operación RND si se ha establecido el indicador 7 (redondeo de una fracción).

Pulse **[→]** **[PSE]** para introducir PSE en un programa.

Las líneas VIEW y PSE—o la ecuación y las líneas PSE—se consideran una operación cuando se ejecuta un programa paso a paso.

Cómo detener o interrumpir un programa

Cómo programar una interrupción o una pausa (STOP, PSE)

- Al pulsar **(R/S)** (*ejecución/parada*) durante la entrada de un programa se inserta la instrucción STOP. De este modo se interrumpe la ejecución de un programa hasta que se vuelva a reanudar pulsando **(R/S)** desde el teclado. Puede utilizar STOP en vez de RTN para interrumpir un programa sin que el puntero de programa vuelva al principio de la memoria.
- Al pulsar **(↩)** **(PSE)** durante la entrada de programas se inserta la instrucción PSE (*pausa*). De este modo se suspende la ejecución de un programa y en pantalla aparece el contenido del registro X durante 1 segundo aproximadamente—con la siguiente excepción. Si PSE se encuentra inmediatamente después de una instrucción VIEW o una ecuación que se visualice (se ha establecido el indicador 10), la variable o ecuación se visualizará en su lugar—y la información mostrada permanecerá después de 1 segundo de pausa.

Cómo interrumpir la ejecución de un programa

La ejecución de un programa se puede interrumpir en cualquier momento pulsando **(C)** ó **(R/S)**. El programa completará la instrucción en curso antes de activar la interrupción. Pulse **(R/S)** (*ejecución/parada*) para reanudar el programa.

Si interrumpe un programa y a continuación pulsa **(XEQ)**, **(↩)** **(GTO)** ó **(↩)** **(RTN)**, *no podrá* reanudar el programa con **(R/S)**. Vuelva a ejecutar el programa (**(XEQ)** *etiqueta*).

Interrupciones por errores

Si durante la ejecución de un programa se presenta un error, la ejecución del mismo se interrumpirá y en pantalla aparecerá un mensaje de error. (La lista de mensajes y condiciones aparece en el apéndice E).


















Para ver la línea de programa que contiene la instrucción que causa el error, pulse **(↩)** **(PRGM)**. El programa se habrá interrumpido en ese

punto. (Por ejemplo, puede haber sido una instrucción \div la que ha generado una división por cero no válida).

Cómo editar un programa

Un programa se puede modificar en la memoria del programa insertando, borrando y editando las líneas de programa. Si una línea de programa contiene una ecuación, puede editar la ecuación—si cualquier otra línea precisa un cambio, aunque sea mínimo, deberá borrar la línea antigua e insertar la nueva.

Para borrar una línea de programa:

1. Seleccione el programa o rutina pertinente (  *etiqueta*), active la entrada de programas ( ) y pulse   ó   para ubicar la línea de programa que desea cambiar. Mantenga pulsada la tecla del cursor para seguir desplazándose. (Si conoce el número de la línea que desea, pulse    *etiqueta nn* para que el puntero de programa se desplace hasta esa línea).
2. Borre la línea que desea cambiar—si contiene una ecuación, pulse   {EQN}; de lo contrario, pulse . El puntero se desplazará a la línea *anterior*. (Si borra más de una línea de programa, comience por la *última* línea del grupo).
3. Teclee la nueva instrucción, si existe. Esta sustituirá la que acaba de borrar.
4. Salga del modo de entrada de programas ( ó  ).




Para insertar una línea de programa:

1. Ubique y visualice la línea de programa que se encuentre *antes* de la posición donde quiere insertar la línea.
2. Teclee la nueva instrucción; ésta se insertará *después* de la línea visualizada.

Por ejemplo, si desea insertar una línea nueva entre las líneas A04 y A05 de un programa, visualice primero la línea A04 y a continuación introduzca la instrucción o instrucciones. Las líneas de programa



posteriores, comenzado por la línea original A05, se desplazarán hacia abajo y se volverán a numerar como corresponda.

Para editar una ecuación en una línea de programa:









1. Ubique y visualice la línea de programa que contenga la ecuación.
2. Pulse . Esto activa el cursor “■” para la edición, pero no borra ningún componente de la ecuación.
3. Pulse  según se necesite para borrar la función o número que desea cambiar y a continuación introduzca las correcciones que desee.
4. Pulse  para terminar la ecuación.



Memoria del programa




Cómo visualizar la memoria del programa

Al pulsar   se activa y desactiva el modo de entrada de programas de la calculadora (con el indicador **PRGM** activado, aparecen las líneas de programa). Cuando el modo de entrada de programas está activado, en pantalla aparece el contenido de la memoria del programa.

La memoria del programa comienza con **PRGM TOP**. La lista de líneas de programa es circular, por lo que podrá desplazar el puntero de programa de forma seguida de arriba a abajo o en sentido inverso. Mientras el modo de entrada de programas esté activado, existen tres formas de cambiar el puntero de programa (la línea mostrada):

- Utilice las teclas del cursor,   y  . Al pulsar   en la última línea el puntero se desplaza hasta **PRGM TOP**, mientras que al pulsar   en **PRGM TOP** el puntero se desplaza hasta la última línea de programa.

Para desplazar más de una línea a la vez (“desplazamiento”), mantenga pulsada la tecla  ó .

- Pulse    para desplazar el puntero de programa a **PRGM TOP**.

- Pulse **GTO** **◉** *etiqueta nn* para desplazarse hasta una línea etiquetada cuyo número sea inferior a 100.

Si el modo de entrada de programas no está activado (si no aparece ninguna línea de programa), el puntero de programa se puede desplazar también pulsando **↩** **GTO** *etiqueta*.

Al salir del modo de entrada de programas, la posición del puntero de programa *no* cambia.

Utilización de la memoria

Cada línea de programa utiliza una determinada cantidad de memoria:




- Los números utilizan 9.5 bytes, *excepto* los números enteros de 0 a 254, que utilizan sólo 1.5 bytes.
- Todas las demás instrucciones utilizan 1.5 bytes.
- Las ecuaciones utilizan 1.5 bytes, más 1.5 bytes para cada función, más 9.5 ó 1.5 bytes para cada número. Cada “(” y cada “)” utiliza 1.5 bytes, *excepto* “(” para las funciones prefijas.

Si durante la entrada de programas aparece el mensaje MEMORY FULL, entonces es que la memoria del programa no dispone de espacio suficiente para la línea que ha intentado introducir. Para conseguir más espacio, borre los programas u otros datos. Consulte “Cómo borrar uno o más programas” más abajo, o “Cómo gestionar la memoria de la calculadora” en el apéndice B.

El catálogo de programas (MEM)

El catálogo de programas es una lista de todas las etiquetas de programa con el número de bytes de memoria utilizados por cada etiqueta y las líneas asociadas a la misma. Pulse **↩** **MEM** {PGM} para visualizar el catálogo y pulse **↩** **▼** ó **↩** **▲** para desplazarse dentro de la lista. Puede utilizar este catálogo para:

- Revisar las etiquetas en la memoria del programa y la cantidad de memoria ocupada por cada programa o rutina etiquetada.
- Ejecutar un programa etiquetado. (Pulse **XEQ** ó **R/S** mientras la etiqueta está en pantalla).

- Visualizar un programa etiquetado. (Pulse  **PRGM** mientras la etiqueta aparece en pantalla).
- Borrar programas específicos. (Pulse  **CLEAR** mientras la etiqueta aparece en pantalla).
- Ver la verificación asociada a un segmento de programa dado. (Pulse  **SHOW**).








El catálogo muestra el número de bytes de memoria utilizado por cada segmento de programa etiquetado. Los programas se identifican mediante etiquetas de programa:

```
LBL C    061.5
```




donde 61.5 es el número de bytes utilizado por el programa.

Cómo borrar uno o más programas

Para borrar un programa específico de la memoria:

1. Pulse  **MEM** {FGM} y visualice (utilizando   y  ) la etiqueta del programa.
2. Pulse  **CLEAR**.
3. Pulse **C** para cancelar el catálogo ó  para salir.



Para borrar todos los programas de la memoria:

1. Pulse  **PRGM** para visualizar las líneas de programa (indicador **PRGM** activado).
2. Pulse  **CLEAR** {FGM} para borrar la memoria del programa.
3. El mensaje CL PGMS? Y N solicita la confirmación. Pulse {Y}.
4. Pulse  **PRGM** para salir de modo de entrada de programas.



Al borrar toda la memoria ( **CLEAR** {ALL}) se borran también todos los programas.

La verificación

La *verificación* es un valor hexadecimal único dado a cada etiqueta de programa y líneas asociadas (hasta la siguiente etiqueta). Este número resulta útil para realizar comparaciones con una verificación conocida de un programa ya existente que ha introducido en la memoria del programa. Si la verificación conocida y la que presenta la calculadora son iguales, entonces ha introducido correctamente todas las líneas de programa. Para conocer su verificación:

- 1. Pulse  **MEM** {PGM} para obtener el catálogo de etiquetas de programa.
- 2. Encuentre la etiqueta apropiada utilizando las teclas del cursor, si fuera necesario.
- 3. Pulse y mantenga pulsado  **SHOW** para que aparezca **CK=longitud valor**.

Por ejemplo, para conocer la verificación del programa actual (el programa “cilindro”), haga lo siguiente:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------|
|  MEM {PGM} | LBL C 061.5 | Muestra la etiqueta C, que ocupa 61.5 bytes. |
|  SHOW (mantener pulsado) | CK=6047 061.5 | Verificación y longitud. |

Si la verificación *no* coincide con este número, entonces no ha introducido el programa correctamente.

Comprobará que todos los programas de aplicaciones facilitados en los capítulos del 15 al 17 incluyen valores de verificación con cada rutina etiquetada, de forma que pueda comprobar la exactitud del programa que ha introducido.

Asimismo, cada ecuación de un programa tiene una verificación. Consulte “Para introducir un ecuación en una línea de programa” más arriba en este capítulo.

Funciones no programables

Las siguientes funciones de la calculadora HP 32SII *no* son programables:

| | |
|-------------|-------------------|
| CLEAR {FGM} | GTO 0 0 |
| CLEAR {ALL} | GTO 0 etiqueta nn |
| | MEM |
| , | SHOW |
| PRGM | EQN |
| | FDISP |

Cómo programar con BASE

Las instrucciones para cambiar el modo de base se pueden programar utilizando BASE. Estas definiciones funcionan en los programas exactamente igual que en las funciones ejecutadas desde el teclado.

Esto permite escribir programas que acepten números en cualquiera de las cuatro bases, realizar operaciones aritméticas en cualquiera de las cuatro bases y visualizar los resultados en cualquier base.

Al escribir programas que utilizan números con una base distinta a 10, establezca el modo de base tanto para la calculadora como para el programa (como una instrucción).

Cómo seleccionar un modo de base en un programa

Inserte una instrucción BIN, OCT ó HEX al principio del programa. Normalmente se debe incluir una instrucción DEC al final del programa, de forma que la calculadora vuelva al modo de base decimal cuando el programa termine.

La instrucción de cambio del modo de base en un programa determinará el tipo de interpretación del dato introducido y la presentación *durante y después de la ejecución del programa*, pero *no* afectará a las líneas de programa cuando las introduzca.

El cálculo de ecuaciones, SOLVE y ∫FN establecen automáticamente el modo decimal.

Números introducidos en las líneas de programa

Antes de comenzar a introducir un programa, establezca el modo de base. La definición en curso del modo de base determina la base de los números que se introducen en las líneas de programa. La presentación de estos números cambiará cuando cambie en modo de base.

Los números de línea de programa aparecen siempre con la base 10.

Un indicador señala la definición actual de la base. Compare las siguientes líneas de programa en las columnas izquierda y derecha. Todos los números no decimales aparecerán justificados a la derecha en la pantalla de la calculadora. Observe cómo el número 10 aparece como una “D” en el modo hexadecimal.

Modo decimal:

⋮

PRGM

A09 HEX

PRGM

A10 10

⋮

Modo hexadecimal:

⋮

PRGM HEX

A09 HEX

PRGM HEX

A10 D

⋮

Expresiones polinómicas y método de Horner

Algunas expresiones, como las polinómicas, utilizan varias veces una misma variable para encontrar su solución. Por ejemplo, la siguiente expresión:

$$Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E$$

utiliza la variable x cuatro veces distintas. Un programa que calcule dicha expresión utilizando las operaciones RPN podrá recuperar varias veces una copia almacenada de x a partir de una variable. Un método de programación de RPN más corto, sin embargo, consistiría en utilizar la pila en la que se ha introducido una constante (vea “Cómo llenar la pila con una constante” en el capítulo 2).
















El método de Horner es una manera útil de volver a configurar las expresiones polinómicas para reducir los pasos y el tiempo de cálculo. Esto resulta particularmente conveniente con SOLVE y ∫FN, dos operaciones relativamente complejas que utilizan subrutinas.

Este método implica que se tenga que volver a escribir una expresión polinómica de forma anidada, con el fin de eliminar los exponentes superiores a 1:

$$\begin{aligned}
 &Ax^4 + Bx^3 + Cx^2 + Dx + E \\
 &(Ax^3 + Bx^2 + Cx + D)x + E \\
 &((Ax^2 + Bx + C)x + D)x + E \\
 &(((Ax + B)x + C)x + D)x + E
 \end{aligned}$$

Ejemplo:

Escriba un programa utilizando operaciones de RPN para $5x^4 + 2x^3$ expresado como $((((5x + 2)x)x)x$ y a continuación calcule la ecuación con $x = 7$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|
|  PRGM | PRGM TOP | |
|  GTO   | | |
|  LBL P | P01 LBL P | |
|  INPUT X | P02 INPUT X | Llena la pila con x . |
|  | P03 ENTER | |
|  | P04 ENTER | |
|  | P05 ENTER | |
| 5 | P06 5 | |
|  | P07 x | $5x$. |
| 2 | P08 2 | |
|  | P09 + | $5x + 2$. |
|  | P10 x | $(5x + 2)x$. |
|  | P11 x | $(5x + 2)x^2$. |
|  | P12 x | $(5x + 2)x^3$. |
|  RTN | P13 RTN | |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|----------------|----------------------------------------------|
| MEM {PGM} | LEL P 019.5 | Muestra la etiqueta P, que ocupa 19.5 bytes. |
| SHOW | CK=7FB4 019.5 | Verificación y longitud. |
| | | Cancela la entrada de programas. |

Ahora calcule este polinomio con $x = 7$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|-------------|----------------------------|
| P | X?valor | Solicita el valor de x . |
| 7 | 12,691.0000 | Resultado. |

Una forma más general de este programa para cualquier ecuación $((Ax + B)x + C)x + D)x + E$ sería como la siguiente:

```
P01 LEL P
P02 INPUT A
P03 INPUT B
P04 INPUT C
P05 INPUT D
P06 INPUT E
P07 INPUT X
P08 ENTER
P09 ENTER
P10 ENTER
P11 RCLX A
P12 RCL+ B
P13 X
P14 RCL+ C
P15 X
P16 RCL+ D
P17 X
P18 RCL+ E
P19 RTN
```

Verificación y longitud: E93F 028.5

Técnicas de programación

En el capítulo 12 se han tratado los aspectos básicos de programación. En este capítulo se estudian técnicas más sofisticadas, pero útiles, como las siguientes:

- Utilización de subrutinas para simplificar los programas mediante la separación y asignación de etiquetas a las partes del programa destinadas a tareas particulares. Asimismo, la utilización de subrutinas reduce un programa que debe realizar una serie de pasos más de una vez.
- Utilización de instrucciones condicionales (comparaciones e indicadores) para determinar qué instrucciones o subrutinas se deben utilizar.
- Utilización de iteraciones con contadores para ejecutar un conjunto de instrucciones un determinado número de veces.
- Utilización del direccionamiento indirecto para acceder a distintas variables utilizando la misma instrucción de programa.

Rutinas en los programas

Un programa está compuesto de una o más *rutinas*. Una rutina es una unidad funcional que cumple una tarea específica. Los programas complejos necesitan las rutinas para agrupar y separar las tareas. De este modo el programa resulta más fácil de escribir, leer, comprender y alterar.

Por ejemplo, observe el programa de la sección “Distribuciones normal e inversa-normal” del capítulo 16. Este programa tiene cuatro rutinas, etiquetadas S, D, N y F. La rutina S “inicializa” el programa reuniendo los datos para la media aritmética y la desviación estándar.

La rutina D establece un límite de integración, ejecuta la rutina N y muestra el resultado. La rutina N integra la función definida en la rutina F y termina el cálculo de probabilidad de $Q(x)$.

Una rutina normalmente comienza con una etiqueta (LBL) y termina con una instrucción que altera o interrumpe la ejecución del programa, como RTN, GTO ó STOP, ó incluso otra etiqueta.

Cómo llamar las subrutinas (XEQ, RTN)

Una *subrutina* es una rutina que se *llama a partir* (ejecutada por) de otra rutina y *regresa a* esa misma rutina cuando la subrutina ha terminado. La subrutina *debe* comenzar con LBL y terminar con RTN. Una subrutina en sí es una rutina que puede llamar a otras subrutinas.

- XEQ debe bifurcarse hacia una etiqueta (LBL) para la subrutina. (No puede bifurcarse hacia un número de línea).
- Al encontrar el siguiente RTN, la ejecución del programa vuelve a la línea después del XEQ de origen.

Por ejemplo, la rutina Q en el programa de la sección “Distribuciones normal e inversa-normal” del capítulo 16 es una subrutina (para calcular $Q(x)$) que se llama desde la rutina D a través de la línea D03 XEQ Q. La rutina Q termina con una instrucción RTN que devuelve la ejecución del programa a la rutina D (para almacenar y mostrar el resultado) en la línea D04. Observe el siguiente diagrama.

En los diagramas de flujo de este capítulo se utiliza la siguiente notación:

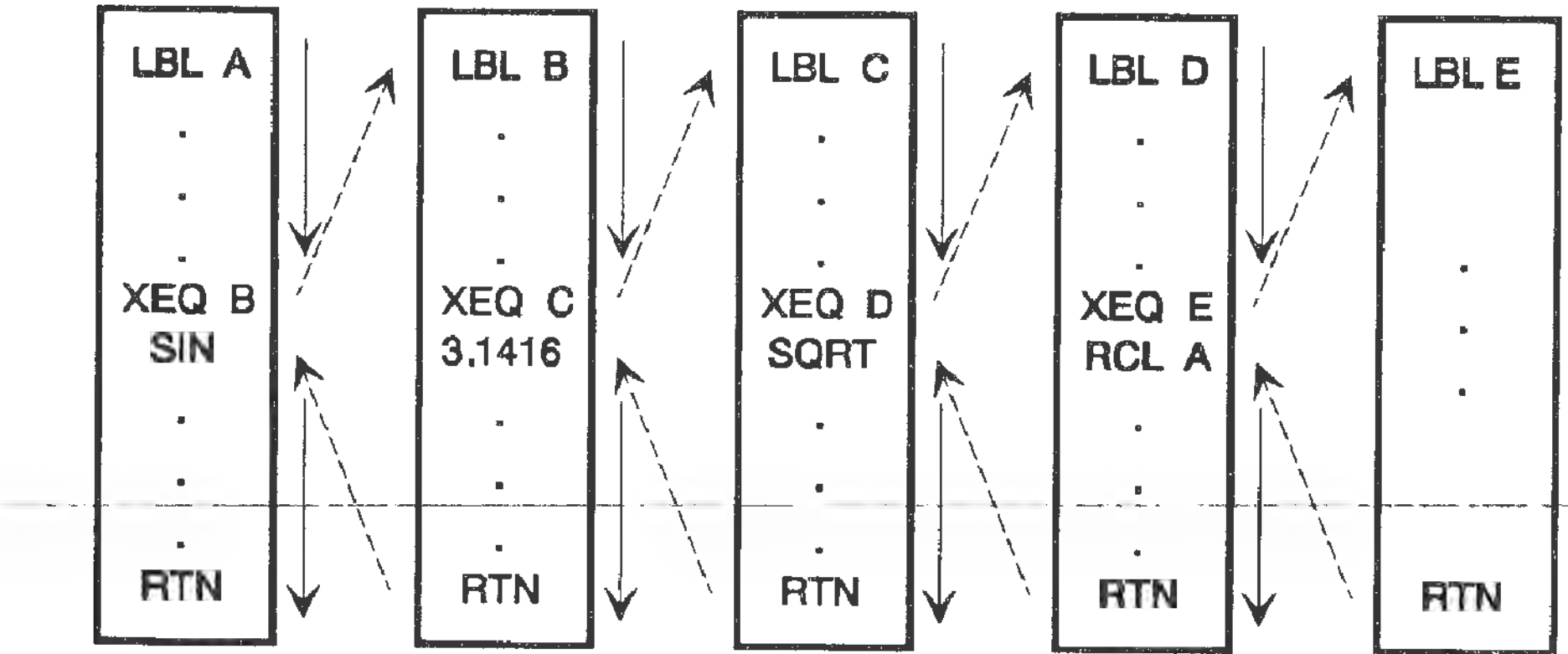
| | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| A05 GTO E →① | La ejecución del programa se bifurca desde esta línea hacia la línea marcada ←① (“desde 1”). |
| B01 LBL E ←① | La ejecución de programa se bifurca desde una línea marcada →① (“hacia 1”) hacia esta línea. |

| | | | |
|-----|---------|----|-----------------------|
| D01 | LBL D | | Inicio. |
| D02 | INPUT X | | |
| D03 | XEQ Q | →① | Llama la subrutina Q. |
| D04 | STO Q | ←② | Vuelve. |
| D05 | VIEW Q | | |
| D06 | GTO D | | Inicia D de nuevo. |
| Q01 | LBL Q | ←① | Inicia la subrutina. |
| ⋮ | | | |
| Q16 | RTN | →② | Vuelve a la rutina D. |

Subrutinas anidadas

Una subrutina puede llamar a otra subrutina y esa subrutina puede llamar a su vez a otra subrutina. Este “anidado” de subrutinas la llamada de una subrutina dentro de otra subrutina—se limita a una pila de subrutinas de siete niveles (sin contar el nivel superior del programa). El funcionamiento de las subrutinas anidadas es como el siguiente:

Programa principal
(nivel superior)



Fin de programa

Si se intenta ejecutar una subrutina anidada más de siete niveles se genera el error XEQ OVERFLOW.

Ejemplo: Subrutina anidada.

La siguiente subrutina, etiquetada S, calcula el valor de la siguiente expresión:

$$\sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}$$

como parte de un cálculo más amplio de un programa más amplio. La subrutina llama a *otra* subrutina (una subrutina anidada), etiquetada Q, para que calcule los cuadrados y las sumas repetidas veces. De este modo se ocupa menos espacio en la memoria, al ser el programa más corto de lo que sería si no tuviese la subrutina.


| | | | | | | | |
|-------|-----|----------------|---|---|-----|--|----------------------------------------------------------------------|
| | S01 | LBL | S | | | | Inicia la subrutina. |
| | S02 | INPUT | A | | | | Introduce A. |
| | S03 | INPUT | B | | | | Introduce B. |
| | S04 | INPUT | C | | | | Introduce C. |
| | S05 | INPUT | D | | | | Introduce D. |
| | S06 | RCL | D | | | | Recupera los datos. |
| | S07 | RCL | C | | | | |
| | S08 | RCL | B | | | | |
| | S09 | RCL | A | | | | |
| | S10 | x ² | | | | | A ² . |
| | S11 | XEQ | Q | → | ① | | A ² + B ² . |
| ② → | S12 | XEQ | Q | → | ③ | | A ² + B ² + C ² . |
| ④ → | S13 | XEQ | Q | → | ⑤ | | A ² + B ² + C ² + D ² . |
| ⑥ → | S14 | SQRT | | | | | √A ² + B ² + C ² + D ² . |
| | S15 | RTN | | | | | Vuelve a la rutina principal. |
| | Q01 | LBL | Q | ← | ①③⑤ | | Subrutina anidada. |
| | Q02 | x<>y | | | | | |
| | Q03 | x ² | | | | | |
| | Q04 | + | | | | | Suma x ² . |
| ②④⑥ ← | Q05 | RTN | | | | | Vuelve a la subrutina S. |

Bifurcación (GTO)

Así como con las subrutinas, a menudo conviene transferir la ejecución de una parte del programa que no corresponda a la línea siguiente. Esto se denomina **bifurcación**.

La bifurcación incondicional utiliza la instrucción GTO (*vaya a*) para dirigir la ejecución hacia una **etiqueta** de programa. No es posible bifurcarse hacia un número específico de línea dentro de un programa.



Instrucción GTO programada











La instrucción GTO *etiqueta* (pulse  **GTO** *etiqueta*) transfiere la ejecución de un programa a la línea de programa que contenga la etiqueta, esté donde esté. El programa proseguirá la ejecución desde la nueva posición y no volverá *nunca* al punto de origen automáticamente, por lo que GTO no se puede utilizar para las subrutinas.

Por ejemplo, observe el programa de la sección “Ajuste de curvas” del capítulo 16. La instrucción GTO Z bifurca la ejecución desde cualquiera de las tres rutinas de inicialización independientes hacia LBL Z, la rutina que constituye el punto de entrada común en el núcleo del programa:

| | |
|---------------|---------------------------------|
| S01 LBL S | Posible inicio. |
| ... | |
| S05 GTO Z → ① | Se bifurca hacia Z. |
| L01 LBL L | Posible inicio. |
| ... | |
| L05 GTO Z → ① | Se bifurca hacia Z. |
| E01 LBL E | Posible inicio. |
| ... | |
| E05 GTO Z → ① | Se bifurca hacia Z. |
| Z01 LBL Z ← ① | Se bifurca hacia esta posición. |
| ... | |

Cómo utilizar GTO desde el teclado

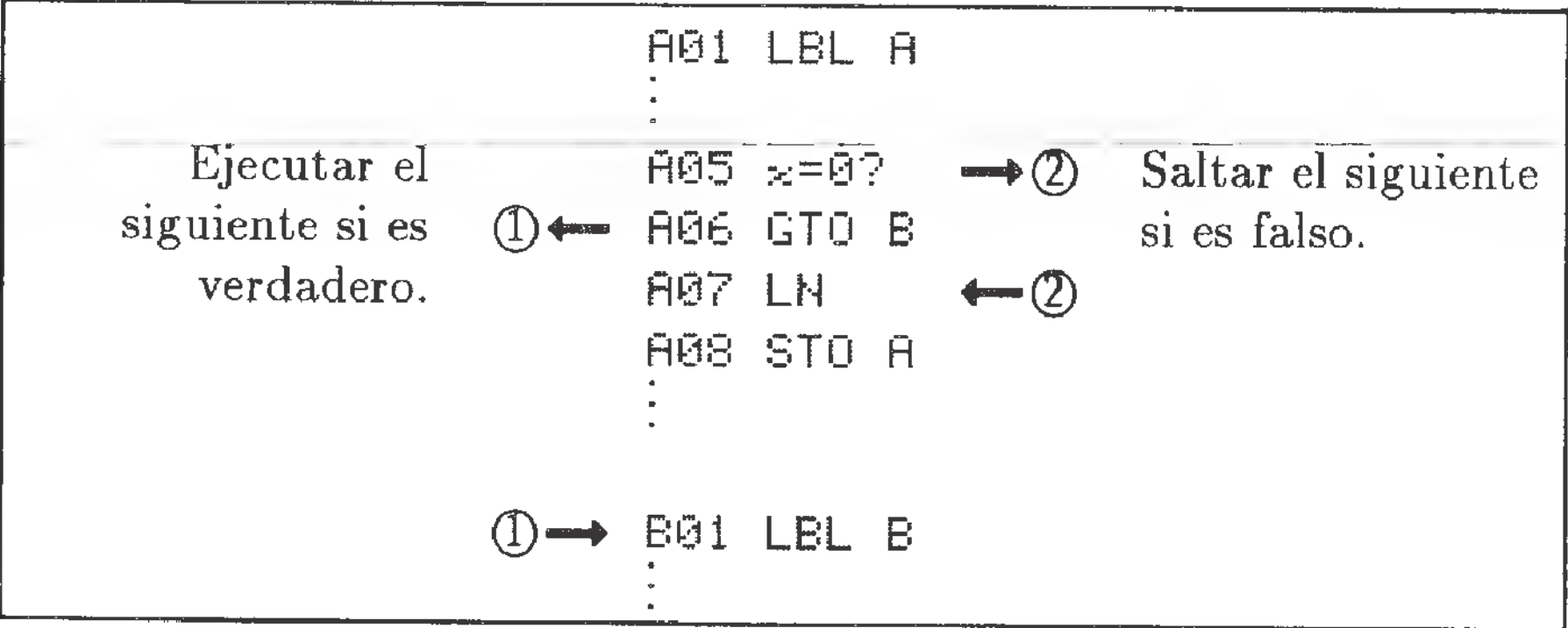
Puede utilizar   para desplazar el puntero de programa hacia una etiqueta o número de línea especificado *sin* iniciar la ejecución del programa.

- Hacia PRGM TOP:   0 0.
- Hacia un número de línea:   0 *etiqueta nn* ($nn < 100$).
Por ejemplo,   0 A05.
- Hacia una etiqueta:   *etiqueta* — pero sólo si el modo de entrada de programas *no* está activado (ninguna línea de programa mostrada; **PRGM** desactivado). Por ejemplo,   A.

Instrucciones condicionales

Otra forma de alterar la secuencia de ejecución de un programa es a través de una *prueba condicional*, una prueba de verdadero/falso que compara dos números y salta a la siguiente instrucción de programa si la proposición es falsa.

Por ejemplo, si la instrucción condicional de la línea A05 es $x=0?$ (es decir, *¿es x igual a cero?*), entonces el programa compara el contenido del registro X con cero. Si el registro X *contiene* un cero, entonces el programa pasa a la línea siguiente. Si el registro X *no contiene* un cero, entonces el programa *salta* la línea siguiente y se dirige hacia la línea A07. Esta regla se suele denominar “Do if true” (Ejecutar si es verdadero).





En el ejemplo anterior se señala una técnica normal en la que se incluyen pruebas condicionales: la línea que se encuentra inmediatamente después de la prueba (que se ejecuta sólo si es “verdadera”) es una *bifurcación* hacia otra etiqueta. Por consiguiente, el efecto real de la prueba es provocar una bifurcación hacia una rutina distinta en determinadas circunstancias.

Existen tres categorías de instrucciones condicionales:

- Pruebas de comparación. Estas comparan los registros X e Y, o el registro X y cero.
- Pruebas de indicadores. Estas comprueban el estado de los indicadores, que pueden estar fijados o borrados.
- Contadores de iteraciones. Estos normalmente se utilizan para ejecutar una iteración un número especificado de veces.

Pruebas de comparación ($x?y$, $x?0$)

Existen 12 comparaciones disponibles para la programación. Al pulsar  $x?y$ ó  $x?0$ aparece un menú para una de las dos categorías de pruebas:

- $x?y$ para pruebas que comparen x e y .
- $x?0$ para pruebas que comparen x y 0.

Recuerde que x se refiere a un número del registro X e y se refiere a un número del registro Y. Estas pruebas *no* comparan las *variables* X e Y.

Seleccione la categoría de comparación y a continuación pulse la tecla de menú para la instrucción condicional que desee.

Menús de prueba

| $x?y$ | $x?0$ |
|----------------------------|----------------------------|
| $\{\neq\}$ para $x\neq y?$ | $\{\neq\}$ para $x\neq 0?$ |
| $\{\leq\}$ para $x\leq y?$ | $\{\leq\}$ para $x\leq 0?$ |
| $\{<\}$ para $x<y?$ | $\{<\}$ para $x<0?$ |
| $\{>\}$ para $x>y?$ | $\{>\}$ para $x>0?$ |
| $\{\geq\}$ para $x\geq y?$ | $\{\geq\}$ para $x\geq 0?$ |
| $\{=\}$ para $x=y?$ | $\{=\}$ para $x=0?$ |

Si ejecuta una prueba condicional desde el teclado, la calculadora mostrará YES ó NO.

Ejemplo:

El programa “Distribuciones normal e inversa-normal” del capítulo 16 utiliza la prueba condicional $x<y?$ en la rutina T:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ⋮ | |
| T09 ÷ | Calcula la corrección para $X_{\text{estimación}}$. |
| T10 STO+ X | Suma la corrección para proporcionar un nuevo $X_{\text{estimación}}$. |
| T11 ABS | |
| T12 0.0001 | |
| T13 x<y? | Comprueba si la corrección es significativa. |
| T14 GTO T | Vuelve al principio de la iteración si la corrección es significativa. Continúa si la corrección no es significativa. |
| T15 RCL X | |
| T16 VIEW X | Muestra el valor calculado de X . |
| ⋮ | |


La línea T09 calcula la corrección para $X_{\text{estimación}}$. La línea T13 compara el valor absoluto de la corrección calculada con 0.0001. Si el valor es inferior a 0.0001 (“Ejecutar si es verdadero”), el programa


ejecuta la línea T14; Si el valor es igual o superior a 0.0001, el programa salta la línea T15.

Indicadores

El indicador señala el estado. Este puede estar *fijado (verdadero)* o *borrado (falso)*. La *prueba de indicadores* es otra prueba condicional que obedece a la regla “Ejecutar si es verdadero”: la ejecución del programa sigue directamente si el indicador probado se ha fijado y salta una línea si el indicador se ha borrado.


Significados de los indicadores

La calculadora HP 32SII tiene 12 indicadores, numerados de 0 a 11. Todos los indicadores se pueden fijar, borrar y probar desde el teclado o mediante una instrucción de programa. El estado por defecto de los 12 indicadores es *borrado*. La operación de borrado de memoria ejecutada con tres teclas borra todos los indicadores, como se describe en el apéndice B. La operación  **CLEAR** {ALL} {Y} *no* afecta a los indicadores.

- Los indicadores 0, 1, 2, 3 y 4 no tienen significados asignados previamente. Es decir, su estado tendrá el significado que defina en un programa dado. (Consulte el siguiente ejemplo).
- El indicador 5, cuando esté fijado, interrumpirá un programa cuando se produzca un desbordamiento dentro del programa, mostrando **OVERFLOW** y . Un *desbordamiento* se produce cuando el resultado sobrepasa el número más alto admitido por la calculadora. El número más alto posible se sustituirá por el resultado de desbordamiento. Si el indicador 5 está borrado, el programa en el que se produzca un desbordamiento no se interrumpirá, pero el mensaje **OVERFLOW** aparecerá brevemente en pantalla cuando el programa finalmente termine.
- El indicador 6 lo fija *automáticamente* la calculadora siempre que se produce el desbordamiento (aunque el indicador 6 lo puede establecer también el usuario). No es efectivo, pero puede probarse.

Los indicadores 5 y 6 le permiten controlar las condiciones de desbordamiento que se producen en un programa. Si se fija el indicador 5, el programa se detiene en la línea inmediatamente posterior a la línea que ha provocado el desbordamiento. Mediante la prueba del indicador 6 en un programa, puede alterar el flujo

del programa o cambiar un resultado siempre que se produzca el desbordamiento.

- Los indicadores 7, 8 y 9 controlan la presentación de las fracciones. El indicador 7 puede controlarse también desde el teclado. Cuando el modo de presentación de fracciones se activa o desactiva pulsando  **FDISP**, el indicador 7 también se fija o se borra.

| Estado Indicador | Indicadores control de fracciones | | |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| | 7 | 8 | 9 |
| Borrado (Por defecto) | Presentación de fracciones desactivada; presentación de los números reales en el formato de presentación en curso. | Denominadores de fracciones no superiores al valor /c. | Reduce las fracciones al formato mínimo. |
| Fijado | Presentación de fracciones activada; presentación de los números reales como fracciones. | Los denominadores de fracciones son factores del valor /c. | No se reducen las fracciones. (Utilizado sólo si se ha fijado el indicador 8). |

- **El indicador 10** controla la ejecución del programa de ecuaciones.

Cuando el indicador 10 está en estado de borrado (el estado por defecto), las ecuaciones del programa que se está ejecutando se calculan y el resultado se almacena en la pila.

Si el indicador 10 se ha fijado, las ecuaciones del programa que se está ejecutando se presentan como mensajes, por lo que funcionan como una instrucción VIEW:

1. Se interrumpe la ejecución del programa.
2. El puntero de programa se desplaza hasta la siguiente línea de programa.
3. La ecuación aparece en pantalla sin que afecte a la pila. Para borrar la pantalla, pulse \odot ó \odot . Si pulsa cualquier otra tecla, se ejecutará la función de esa tecla.
4. Si la siguiente línea de programa es una instrucción PSE, la ejecución continuará después de una pausa de 1 segundo.

El estado del indicador 10 se controla sólo mediante la ejecución de las operaciones SF y CF desde el teclado, o bien mediante las instrucciones SF y CF de los programas.

- **El indicador 11** controla las solicitudes cuando se ejecutan ecuaciones en un programa—*no afecta a las solicitudes automáticas durante la ejecución desde el teclado*:

Cuando el indicador 11 está en estado de borrado (el estado por defecto), las operaciones de cálculo, SOLVE y \int FN de las ecuaciones en los programas se ejecutan sin interrupción. El valor actual de cada variable de la ecuación se recuperará automáticamente cada vez que se encuentre la variable. Esto no afecta a la solicitud de INPUT.

Cuando el indicador 11 está fijado, los valores de la variable se solicitarán la primera vez que ésta aparezca en la ecuación. Los valores de una variable se solicitan sólo una vez, independientemente del número de veces que la variable aparezca en la ecuación. Durante la resolución no aparece ninguna solicitud para la incógnita; durante la integración no aparece ninguna solicitud para la variable de integración. Las solicitudes interrumpen la ejecución. Al pulsar $\boxed{R/S}$ se reanuda el cálculo utilizando el valor de la variable que haya

introducido, o bien en valor de la variable mostrado (actual) si **R/S** es la única respuesta a la solicitud.

El indicador 11 se borra automáticamente después de las operaciones de cálculo, SOLVE ó ∫FN de una ecuación de un programa. El estado del indicador 11 se controla también mediante la ejecución de las operaciones SF y CF realizadas desde el teclado, o bien mediante las instrucciones SF y CF de los programas.

Cómo se indican los indicadores fijados

Cuando se fijan los indicadores 0, 1, 2 y 3, en pantalla aparece la indicación correspondiente al estado de los mismos. La presencia o ausencia de **0**, **1**, **2** ó **3** le permite conocer en cualquier momento si cualquiera de estos cuatro indicadores se ha fijado ó no. Sin embargo, dicha indicación no existe para el estado de los indicadores de 4 a 11. El estado de estos indicadores se puede determinar ejecutando la instrucción FS? desde el teclado. (Consulte “Cómo Utilizar los indicadores” más abajo).

Cómo utilizar los indicadores

Al pulsar **➡** **FLAGS** aparece el menú **FLAGS: {SF} {CF} {FS?}**

Después de haber seleccionado la función que desea, se solicitará el número del indicador (0-11). Por ejemplo, pulse **➡** **FLAGS** **{SF}** **0** para fijar el indicador 0; pulse **➡** **FLAGS** **{SF}** **⊙ 0** para fijar el indicador 10; pulse **➡** **FLAGS** **{SF}** **⊙ 1** para fijar el indicador 11.

Menú FLAGS

| Tecla de menú | Descripción |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| {SF} n | <i>Indicador fijado.</i> Fija el indicador <i>n</i> . |
| {CF} n | <i>Indicador borrado.</i> Borra el indicador <i>n</i> . |
| {FS?} n | <i>¿Está fijado el indicador?</i> Prueba el estado del indicador <i>n</i> . |

Una prueba de indicador es una prueba condicional que afecta a la ejecución del programa igual que las pruebas de comparación. La instrucción **FS? n** prueba si el indicador dado se ha fijado. En caso de

que lo esté, entonces se ejecutará la siguiente línea del programa. Si no lo está, se saltará la siguiente línea. Esta es la regla “Ejecutar si es verdadero” mencionada en “Instrucciones condicionales” más arriba en este capítulo.

Si prueba un indicador desde el teclado, la calculadora mostrará “YES” ó “NO.”

En un programa, conviene asegurarse de que las condiciones que se prueben estén en un estado conocido. El estado actual de los indicadores depende de cómo se habían establecido para la ejecución de programas anteriores. No debe *asumir* que cualquiera de los indicadores dados está borrado, por ejemplo, y que se establecerá sólo una operación del programa lo hace. Deberá *asegurarse* de esto borrando el indicador antes de que se presente la situación por la que se pueda fijar. Examine el siguiente ejemplo.

Ejemplo: Utilización de indicadores.

El programa de “Ajuste de curvas” del capítulo 16 utiliza los indicadores 0 y 1 para determinar si se ha de tomar el logaritmo natural de las entradas X e Y:

- Las líneas S03 y S04 borran ambos indicadores de forma que las líneas W07 y W11 (en la rutina de iteración de entrada) *no* tomen los logaritmos naturales de las entradas X e Y para una curva del modelo línea recta.
- La línea L03 fija el indicador 0 de forma que la línea W07 tome el logaritmo natural de la entrada X para una curva del modelo logarítmico.
- La línea E04 fija el indicador 1 de forma que la línea W11 tome el logaritmo natural de la entrada Y para una curva del modelo exponencial.
- Las líneas P03 y P04 fijan ambos indicadores de forma que las líneas W07 y W11 tomen los logaritmos naturales de ambas entradas X e Y para la curva del modelo potencial.






Observe que las líneas S03, S04, L04 y E03 borran los indicadores 0 y 1 para garantizar que se fijen sólo si lo precisan los cuatro modelos de curva.

| Líneas de programa: | | Descripción: |
|---------------------|--|---------------------------------------------------|
| : | | |
| S03 CF 0 | | Borra el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| S04 CF 1 | | Borra el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| : | | |
| L03 SF 0 | | Fija el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| L04 CF 1 | | Borra el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| : | | |
| E03 CF 0 | | Borra el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| E04 SF 1 | | Fija el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| : | | |
| P03 SF 0 | | Fija el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| P04 SF 1 | | Fija el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| : | | |
| W06 FS? 0 | | Si el indicador 0 está fijado ... |
| W07 LN | | ... toma el logaritmo natural de la entrada X. |
| : | | |
| W10 FS? 1 | | Si el indicador 1 está fijado ... |
| W11 LN | | ... toma el logaritmo natural de la entrada Y. |
| : | | |

Ejemplo: Control de la presentación de fracciones.

Con el siguiente programa puede practicar las posibilidades de presentación de fracciones de la calculadora. El programa solicita y utiliza los datos introducidos para un número fraccionario y un denominador (el valor $/c$). El programa contiene también los ejemplos de cómo se utilizan tres indicadores de presentación de fracciones (7, 8 y 9) y el indicador de “presentación de mensaje” (10).

Los mensajes de este programa se listan como MESSAGE y se introducen como ecuaciones:

1. Establezca el modo de entrada de Ecuaciones pulsando  **EQN** (el indicador **EQN** se activa).
2. Pulse  *letra* para cada carácter alfa del mensaje; pulse  (la tecla ) para cada carácter de espacio.
3. Pulse  para insertar el mensaje en la línea de programa actual y salir del modo de entrada de Ecuaciones.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| F01 LBL F | Inicia el programa de fracciones. |
| F02 CF 7 | Borra tres indicadores de fracciones. |
| F03 CF 8 | |
| F04 CF 9 | |
| F05 SF 10 | Muestra los mensajes. |
| F06 DEC | Selecciona la base decimal. |
| F07 INPUT V | Solicita un número. |
| F08 INPUT D | Solicita el denominador (2 — 4095). |
| F09 RCL V | |
| F10 DECIMAL | Muestra el mensaje y muestra el número decimal. |
| F11 PSE | |
| F12 STOP | |
| F13 RCL D | |
| F14 /c | Establece el valor /c y fija el indicador 7. |
| F15 MAS EXACTO | Muestra el mensaje y luego la fracción. |
| F16 PSE | |
| F17 STOP | |
| F18 SF 8 | Fija el indicador 8. |
| F19 FACTOR DENOM | Muestra el mensaje y luego la fracción. |
| F20 PSE | |
| F21 STOP | |
| F22 SF 9 | Fija el indicador 9. |
| F23 DENOM FIJADO | Muestra el mensaje y luego la fracción. |
| F24 PSE | |
| F25 STOP | |
| F26 GTO F | Va al principio del programa. |
| Verificación y longitud: 10C3 102.0 | |

Utilice el programa anterior para ver las distintas formas de presentación de fracciones:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------|-----------|-------------------------------------------------------------|
| [XEQ] F | V?valor | Ejecuta la etiqueta F; solicita un número fraccionario (V). |
| 2.53 [R/S] | D?valor | Almacena 2.53 en V; solicita un denominador (D). |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 16 R/S | DECIMAL 2.5300 | Almacena 16 como el valor /c. Muestra el mensaje y luego el número decimal. |
| R/S | MAS EXACTO ▼ 2 8/15 | El mensaje indica el formato de la fracción (el denominador no es superior a 16), luego muestra la fracción. ▼ indica que el valor es “ligeramente inferior” a $2\frac{5}{8}$. |
| R/S | FACTOR DENOM ▲ 2 1/2 | El mensaje indica el formato de la fracción (el denominador es factor de 16), luego muestra la fracción. |
| R/S | DENOM FIJADO ▲ 2 8/16 | El mensaje indica el formato de la fracción (el denominador es 16), luego muestra la fracción. |
| R/S C → FLAGS {CF} 0 0 | 2.5300 | Interrumpe el programa y borra el indicador 10. |

Iteraciones

La bifurcación inversa—es decir, hacia una etiqueta de una línea anterior—permite ejecutar una parte de un programa más de una vez. Esto se denomina *iteración*.

```
D01 LBL D
D02 INPUT M
D03 INPUT N
D04 INPUT T
D05 GTO D
```

Esta rutina (perteneciente al programa “Transformaciones de coordenadas” de la página 000 del capítulo 15) es un ejemplo de una *iteración infinita*. Esta se utiliza para reunir los datos iniciales antes de la transformación de las coordenadas. Después de haber introducido los tres valores, el usuario podrá decidir si interrumpir manualmente esta iteración seleccionando la transformación que se

debe ejecutar (pulsando **XEQ** N para pasar del sistema antiguo al nuevo ó **XEQ** O para pasar del sistema nuevo al antiguo).



Iteraciones condicionales (GTO)

Si desea ejecutar una operación hasta que se cumpla una condición determinada, pero no conoce el número de veces que se deberá repetir la iteración, puede crear una iteración con una prueba condicional y una instrucción GTO.

Por ejemplo, en la siguiente rutina se utiliza una iteración para disminuir un valor *A* de una cantidad constante *B* hasta que el resultado de *A* sea inferior o igual a *B*.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| A01 LBL A | |
| A02 INPUT A | |
| A03 INPUT B | |
| Verificación y longitud: 6157 004.5 | |
| S01 LBL S | |
| S02 RCL A | Es más fácil recuperar <i>A</i> que recordar dónde se encuentra en la pila. |
| S03 RCL- B | Calcula $A - B$. |
| S04 STO A | Sustituye el resultado antiguo de <i>A</i> con el resultado nuevo. |
| S05 RCL B | Recupera la constante para la comparación. |
| S06 x<y? | ¿Es $B < \text{nuevo } A$? |
| S07 GTO S | Sí: itera para repetir la sustracción. |
| S08 VIEW A | No: muestra el nuevo resultado de <i>A</i> . |
| S09 RTN | |
| Verificación y longitud: 5FE1 013.5 | |

Iteraciones con contadores (DSE, ISG)

Cuando desee ejecutar una iteración un número específico de veces, utilice las teclas de funciones condicionales  **ISG** (*incrementar; saltar si es mayor que*) ó  **DSE** (*disminuir; saltar si es inferior o igual a*). Cada vez que en un programa se ejecuta una función de iteración, el valor del contador almacenado en la variable se *disminuye* o *incrementa* automáticamente. La función compara el valor actual del contador con el valor final del contador y a continuación continúa o sale de la iteración, dependiendo del resultado.



Para una iteración de cuenta descendiente, utilice  **DSE** *variable*

Para una iteración de cuenta ascendente, utilice  **ISG** *variable*

Estas funciones tienen la misma finalidad que una iteración FOR-NEXT en BASIC:

```
FOR variable = valor inicial TO valor final STEP incremento
:
NEXT variable
```

Una instrucción DSE es como una iteración FOR-NEXT con un incremento negativo.

Después de haber pulsado una tecla de cambio para ISG ó DSE ( **ISG** ó  **DSE**), se solicitará una variable que contendrá el *número de control de iteración* (descrito más abajo).

Número de control de iteración

La variable especificada deberá contener un número de control de iteración $\pm cccccc.fffii$, donde:

- $\pm cccccc$ es el valor actual del contador (de 1 a 12 dígitos). Este valor *cambia* con la ejecución de la iteración.
- fff es el valor final del contador (debe tener tres dígitos). Este valor *no* cambia con la ejecución de la iteración.
- ii es el intervalo para el incremento y disminución (debe tener dos dígitos o dejarse sin especificar). Este valor *no* cambia. Un valor no especificado para ii se considera 01 (incremento/disminución de 1).

Dado el número de control de iteración $cccccc.fffii$, DSE disminuye $cccccc$ a $cccccc - ii$, compara el nuevo $cccccc$ con fff y dirige la

ejecución del programa para que salte la siguiente línea de programa si este $cccccc \leq fff$.



Dado el número de control de iteración $cccccc.fffii$, ISG incrementa $cccccc$ a $cccccc + ii$, compara el nuevo $cccccc$ con fff y dirige la ejecución del programa para que salte la siguiente línea de programa si este $cccccc > fff$.

| | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-----------|-----|---------------------------------------------------------------|
| Si el valor actual > valor final, continúa la iteración. | ① → | W01 LBL W | | |
| | | ⋮ | | |
| | | W09 DSE A | → ② | Si el valor actual ≤ valor final, sale de la iteración. |
| | ① ← | W10 GTO W | | |
| | | W11 XEQ X | ← ② | |
| | | ⋮ | | |
| Si el valor actual ≤ valor final, continúa la iteración. | ① → | W01 LBL W | | |
| | | ⋮ | | |
| | | W09 ISG A | → ② | Si el valor actual > valor final, sale de la iteración. |
| | ① ← | W10 GTO W | | |
| | | W11 XEQ X | ← ② | |
| | | ⋮ | | |

Por ejemplo, el número de control de iteración 0.050 para ISG significa: comience a contar desde cero, cuente hasta 50 e incremente el número de 1 en cada iteración.

El siguiente programa utiliza ISG para interactuar 10 veces. El contador de iteración (0000001.01000) se almacena en la variable Z. Los ceros iniciales y finales se pueden eliminar.

```
L01 LBL L
L02 1.01
L03 STO Z
M01 LBL M
M02 ISG Z
M03 GTO M
M04 RTN
```

Pulse   Z para ver que el número de control de iteración es ahora 11.0100.

Direccionamiento indirecto de Variables y Etiquetas

El *direccionamiento indirecto* es una técnica utilizada en la programación avanzada para especificar una variable o etiqueta *sin especificar de antemano cuál es exactamente*. Esto se determina durante la ejecución del programa, por lo que depende de los resultados intermedios (o entradas) del programa.

El direccionamiento indirecto utiliza dos teclas distintas: \boxed{i} (con $\boxed{\circ}$) y $\boxed{(i)}$ (con $\boxed{R/S}$).

La variable *I* no tiene relación alguna con $\boxed{(i)}$ ó con la variable *i*. Estas teclas se activan para muchas funciones que toman las letras de la *A* a la *Z* como variables o etiquetas.

- *i* es una variable cuyo contenido puede referirse a *otra* variable o etiqueta. Almacena un número igual que cualquier otra variable (de la *A* a la *Z*).
- $\boxed{(i)}$ es una función de programación que contiene la siguiente instrucción “Utilice el número que se encuentra en *i* para determinar qué variable o etiqueta debe dirigirse”. Este es un *direccionamiento indirecto*. (de la *A* a la *Z* son *direccionamientos directos*).

Tanto \boxed{i} como $\boxed{(i)}$ se utilizan conjuntamente para crear un direccionamiento indirecto. (Consulte los siguientes ejemplos).

De por sí, *i* es sólo otra variable.

De por sí, $\boxed{(i)}$ está sin definir (ningún número *i*) o sin control (utilizando cualquier número que haya quedado almacenado en *i*).

La variable “i”

El contenido de *i* se puede almacenar, recuperar y manejar igual que el de otras variables. Puede incluso resolver *i* e integrar utilizando *i*. Las funciones listadas a continuación pueden utilizar la variable *i*.

| | | |
|-------------------------|----------------|--------------|
| STO <i>i</i> | INPUT <i>i</i> | DSE <i>i</i> |
| RCL <i>i</i> | VIEW <i>i</i> | ISG <i>i</i> |
| STO +, −, ×, ÷ <i>i</i> | ∫FN d <i>i</i> | |
| RCL +, −, ×, ÷ <i>i</i> | SOLVE <i>i</i> | |

Direccionamiento indirecto (i)

Muchas funciones que utilizan las letras de la A a la Z (como variables o etiquetas) pueden utilizar **(i)** para hacer referencia a las variables o etiquetas de la A a la Z ó a registros de estadísticas *indirectamente*. La función **(i)** utiliza el valor de una variable *i* para determinar qué variable, etiqueta o registro se va a dirigir. En la siguiente tabla se indica cómo debe hacerlo.

| Si <i>i</i> contiene: | Entonces (i) se dirigirá a: |
|----------------------------|------------------------------------|
| ± 1 | variable A ó etiqueta A |
| \vdots | \vdots |
| ± 26 | variable Z ó etiqueta Z |
| ± 27 | variable <i>i</i> |
| ± 28 | registro <i>n</i> |
| ± 29 | registro Σx |
| ± 30 | registro Σy |
| ± 31 | registro Σx^2 |
| ± 32 | registro Σy^2 |
| ± 33 | registro Σxy |
| ≥ 34 ó ≤ -34 ó 0 | error: INVALID (i) |

Sólo el valor absoluto de la parte entera del número que se encuentra en *i* se utiliza para el direccionamiento.

Las operaciones **INPUT(i)** y **VIEW(i)** etiquetan la pantalla con el nombre de la variable o registro objeto del direccionamiento indirecto.

El menú SUMS permite recuperar los valores a partir de los registros de estadísticas. Sin embargo, deberá utilizar el direccionamiento indirecto para realizar otras operaciones, como **STO**, **VIEW** y **INPUT**.

Las funciones listadas más abajo pueden utilizar **(i)** como una dirección. Para **GTO**, **XEQ** y **FN=**, **(i)** se refiere a una etiqueta; para todas las demás funciones **(i)** se refiere a una variable o registro.

| | |
|-------------------|-----------|
| STO(i) | INPUT(i) |
| RCL(i) | VIEW(i) |
| STO+, −, ×, ÷ (i) | DSE(i) |
| RCL+, −, ×, ÷ (i) | ISG(i) |
| XEQ(i) | SOLVE(i) |
| GTO(i) | ∫ FN d(i) |
| | FN=(i) |

Control del programa con (i)

Puesto que el contenido de i puede cambiar cada vez que se ejecuta un programa—o incluso en distintas parte de un mismo programa—una instrucción de programa como GTO(i) puede bifurcarse hacia una etiqueta distinta en momentos distintos. Esto mantiene la flexibilidad, dejando abierto (hasta que se ejecute el programa) exactamente qué variable o etiqueta de programa será necesaria. (Vea el primer ejemplo que se presenta a continuación).

El direccionamiento indirecto es muy útil para contar y controlar las iteraciones. La variable i sirve como *índice*, conservando la dirección de la variable que contiene el número de control de la iteración para las funciones DSE y ISG. (Vea el segundo ejemplo que se presenta a continuación).

Ejemplo: Selección de subrutinas con (i).

El programa “Ajuste de curvas” del capítulo 16 utiliza el direccionamiento indirecto para determinar qué modelo debe utilizar para calcular los valores estimados para x e y . (Subrutinas distintas calculan x e y para los distintos modelos). Observe que i se almacena y a continuación se dirige indirectamente en partes del programa muy separadas.

Las primeras cuatro rutinas (S, L, E, P) del programa especifican el modelo de ajuste de curva que se utilizará y asignan un número (1, 2, 3, 4) a cada uno de estos modelos. Este número se almacenará entonces durante la rutina Z, el punto de entrada común para todos los modelos:

```
Z03 STO i
```

La rutina Y utiliza i para llamar la subrutina apropiada (por modelo) para calcular las estimaciones x e y . La línea Y03 llama la subrutina para calcular \hat{y} :

```
Y03 XEQ(i)
```

y la línea Y08 llama una subrutina distinta para calcular \hat{x} después de que i se haya aumentado de 6:

```
Y06 6
Y07 STO+ i
Y08 XEQ(i)
```

| Si i contiene: | Entonces XEQ(i) llama: | Para: |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1 | LBL A | Calcular \hat{y} para el modelo de línea recta. |
| 2 | LBL B | Calcular \hat{y} para el modelo logarítmico. |
| 3 | LBL C | Calcular \hat{y} para el modelo exponencial. |
| 4 | LBL D | Calcular \hat{y} para el modelo potencial. |
| 7 | LBL G | Calcular \hat{x} para el modelo de línea recta. |
| 8 | LBL H | Calcular \hat{x} para el modelo logarítmico. |
| 9 | LBL I | Calcular \hat{x} para el modelo exponencial. |
| 10 | LBL J | Calcular \hat{x} para el modelo potencial. |

Ejemplo: Control de iteración con (i).

Un valor de índice almacenado en i se utiliza en el programa “Soluciones de ecuaciones simultáneas—método de inversión de matriz” del capítulo 15. Este programa utiliza las instrucciones

de iteración ISG *i* y DSE *i* conjuntamente con las instrucciones indirectas RCL(*i*) y STO(*i*) para completar y manipular una matriz.

La primera parte de este programa es la rutina A, que almacena el número de control de iteración inicial en *i*.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| A01 LBL A | Punto inicial para la introducción de datos. |
| A02 1.012 | Número de control de iteración: iteración de 1 a 12 en intervalos de 1. |
| A03 STO i | Almacena el número de control de iteración en <i>i</i> . |

La siguiente rutina es L, una iteración que reúne los 12 valores conocidos para una matriz de coeficiente 3×3 (variables A–I) y las tres constantes (J–L) para las ecuaciones.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L01 LBL L | Esta rutina reúne todos los valores conocidos en tres ecuaciones. |
| L02 INPUT(<i>i</i>) | Solicita y almacena un número en la variable dirigida por <i>i</i> . |
| L03 ISG i | Suma 1 a <i>i</i> y repite la iteración hasta que <i>i</i> llega a 13.012. |
| L04 GTO L | Cuando <i>i</i> sobrepasa el valor final del contador, la ejecución se bifurca de nuevo hacia A. |
| L05 GTO A | |


La etiqueta J es una iteración que completa la inversión de la matriz de 3×3.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| J01 LBL J | Esta rutina completa la inversión mediante la división por el determinante. |
| J02 STO÷(<i>i</i>) | Divide el elemento. |
| J03 DSE i | Disminuye el valor de índice para que se aproxime a A. |
| J04 GTO J | Iteractúa para el siguiente valor. |
| J05 RTN | Vuelve al programa de llamada ó a PRGM TOP. |

Ecuaciones con (i)

En una ecuación puede utilizar **(i)** para especificar una variable indirectamente. Observe que **{ i }** significa la variable especificada por el número en la variable *i* (una referencia *indirecta*), pero que *i* ó **(i)** significan la variable *i*.

En el siguiente programa se utiliza una ecuación para encontrar la suma de los cuadrados de las variables de la *A* a la *Z*.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E01 LBL E | Inicia el programa. |
| E02 CF 10 | Establece las ecuaciones para la ejecución. |
| E03 CF 11 | Desactiva la solicitud de la ecuación. |
| E04 1.026 | Establece el contador de 1 a 26. |
| E05 STO i | Almacena el contador. |
| E06 0 | Inicializa la suma. |
| Verificación y longitud: EA5F 017.0 | |
| | |
| F01 LBL F | Inicia la iteración de suma. |
| F02 (i) ^2 | Ecuación para calcular el cuadrado de <i>i</i> . (Pulse  EQN para iniciar la ecuación).. |
| Verificación y longitud de la ecuación: 48AD 006.0 | |
| F03 + | Suma el cuadrado de <i>i</i> a la suma. |
| F04 ISG i | Prueba el final de la iteración. |
| F05 GTO F | Bifurca hacia la siguiente variable. |
| F06 RTN | Termina el programa. |
| Verificación y longitud del programa: 19A8 013.5 | |

Cómo resolver e integrar programas

Cómo resolver un programa

En el capítulo 7 se ha explicado cómo introducir las ecuaciones, cómo se suman a la lista de ecuaciones y como se resuelven si contienen variables. Del mismo modo, se pueden introducir también *programas* que calculan una función y *la* resuelven teniendo cualquier variable. Esto resulta especialmente útil si la ecuación que se resuelve cambia bajo determinadas condiciones o precisa que se repitan ciertos cálculos.

Para resolver una función programada:

1. Introduzca un programa que defina la función. (Consulte “Para escribir un programa para SOLVE” más abajo).
2. Seleccione el programa a resolver: pulse \rightarrow $\boxed{\text{FN=}}$ *etiqueta*. (Puede saltar este paso si vuelve a resolver el mismo programa).
3. Resuelva la variable incógnita: pulse \rightarrow $\boxed{\text{SOLVE}}$ *variable*.

Observe que FN= es necesario si está resolviendo una función programada, pero no lo es si está resolviendo una ecuación desde la lista de ecuaciones.

Para interrumpir un cálculo, pulse $\boxed{\text{C}}$ ó $\boxed{\text{R/S}}$. La mejor estimación actual de la raíz es la variable incógnita; utilice \rightarrow $\boxed{\text{VIEW}}$ para verla sin que afecte a la pila. Para reanudar el cálculo, pulse $\boxed{\text{R/S}}$.

Para escribir un programa para SOLVE:

El programa puede utilizar ecuaciones y operaciones RPN, con la combinación que resulte más conveniente.

1. Comience el programa con una *etiqueta*. Esta etiqueta identifica la función que quiere resolver (SOLVE) para calcular (FN=etiqueta).

2. Incluya una instrucción INPUT para cada variable, incluyendo la incógnita. Las instrucciones INPUT permiten resolver cualquier variable en una función de variables múltiples. La calculadora ignora el INPUT de una *incógnita*, por lo que deberá escribir sólo un programa que contenga una instrucción INPUT *separada* para cada variable (incluyendo la incógnita).

Si no incluye ninguna instrucción INPUT, el programa utilizará los valores almacenados en las variables o introducidos tras las solicitudes de la ecuación.

3. Introduzca las instrucciones para calcular la función.
 - Una función programada como secuencia RPN de líneas múltiples debe tener el formato de expresión que dé como resultado un cero. Si la ecuación es $f(x) = g(x)$, el programa deberá calcular $f(x) - g(x)$. “=0” es implícito.
 - Una función programada como una ecuación puede ser de cualquier tipo de ecuación: igualdad, asignación o expresión. El programa calculará la ecuación y el valor correspondiente dará como resultado cero. Si desea que la ecuación solicite los valores de la variable, en vez de incluir las instrucciones INPUT, asegúrese de que el indicador 11 está fijado.
4. Termine el programa con una instrucción RTN. La ejecución del programa deberá terminar con el valor de la función en el registro X.

SOLVE realiza operaciones sólo con números *reales*. Sin embargo, si tiene una función con valores complejos, que se puede escribir de forma que se aislen las partes reales e imaginarias, SOLVE puede resolver las partes separadamente.

Ejemplo: Programa con RPN.


Escriba un programa utilizando las operaciones RPN para resolver cualquier incógnita de la ecuación para la “Ley de Gases Perfectos”. La ecuación es la siguiente:

$$P \times V = N \times R \times T$$

donde

- P = Presión (atmósferas ó N/m^2).
- V = Volumen (litros).
- N = Número de moles de gas.
- R = La constante universal de gas.
(0.0821 litro-atm/mol-K ó 8.314 J/mol-K).
- T = Temperatura (kelvins; $K = ^\circ C + 273.1$).

Ante todo, active el modo de Programas; si fuera necesario, coloque el puntero de programa al principio de la memoria de programa.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------|
|   | PRGM TOP | Establece el modo de Programas. |
|     | | |

Introduzca el programa:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------|
| G01 LBL G | Identifica la función programada. |
| G02 INPUT P | Almacena P . |
| G03 INPUT V | Almacena V . |
| G04 INPUT N | Almacena N . |
| G05 INPUT R | Almacena R . |
| G06 INPUT T | Almacena T . |
| G07 RCL P | Presión. |
| G08 RCL | $M \times$ constante de gas. |
| G11 RCL T | oles \times constante de gas \times temp. |
| G12 - | $(P \times V) - (N \times R \times T)$. |
| G13 RTN | Termina el programa. |
| Verificación y longitud: 053B 019.5 | |

Pulse **C** para salir del modo de entrada de Programas.

Utilice el programa “G” para resolver la presión de 0.005 moles de dióxido de carbono en una botella de 2 litros a 24 °C.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| → FN= G | | Selecciona “G” — El programa SOLVE realiza el cálculo para encontrar el valor de la variable incógnita. |
| → SOLVE P | V?valor | Selecciona <i>P</i> ; solicita el valor de <i>V</i> . |
| 2 R/S | N?valor | Almacena 2 en <i>V</i> ; solicita el valor de <i>N</i> . |
| .005 R/S | R?valor | Almacena .005 en <i>N</i> ; solicita el valor de <i>R</i> . |
| .0821 R/S | T?valor | Almacena .0821 en <i>R</i> ; solicita el valor de <i>T</i> . |
| 24 ENTER 273.1 + | T?27.1000 | Calcula <i>T</i> . |
| R/S | SOLVING P=0.0610 | Almacena 297.1 en <i>T</i> ; resuelve <i>P</i> . La presión es de 0.0610 atm. |

Ejemplo: Programa con ecuación.

Escriba un programa que utilice una *ecuación* para resolver la “Ley de Gases Perfectos”.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>← PRGM</div> <div>← GTO 0 0</div> | PRGM TOP | Selecciona el modo de entrada de Programas. Desplaza el puntero de programa al principio de la lista de programas. |
| <div>← LBL H</div> | H01 LBL H | Asigna la etiqueta al programa. |
| <div>→ FLAGS</div> <div>{SF} 0 1</div> | H02 SF 11 | Activa las solicitudes de la ecuación. |
| <div>→ EQN</div> <div>RCL P ×</div> <div>RCL V → =</div> <div>RCL N ×</div> <div>RCL R ×</div> <div>RCL T ENTER</div> | H03 P V=N R | Calcula la ecuación, borra el indicador 11. (Verificación y longitud: 13E3 015.0). |
| <div>→ RTN</div> | H04 RTN | Termina el programa. |
| <div>C</div> | 0.0610 | Sale del modo de entrada de Programas. |

Verificación y longitud del programa: 8AD6 19.5

Ahora calcule el cambio de presión del dióxido de carbono si la temperatura es de 10 °C inferior a la del ejemplo anterior.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [STO] L | 0.0610 | Almacena la presión anterior. |
| [→] [FN=] H | 0.0610 | Selecciona el programa "H". |
| [→] [SOLVE] P | V?2.0000 | Selecciona la variable <i>P</i> ; solicita el valor de <i>V</i> . |
| [R/S] | N?0.0050 | an tiene 2 en <i>V</i> ; solicita el valor de <i>N</i> . |
| [R/S] | R?0.0821 | an tiene .005 en <i>N</i> ; solicita el valor de <i>R</i> . |
| [R/S] | T?27.1000 | an tiene .0821 en <i>R</i> ; solicita el valor de <i>T</i> . |
| [ENTER] 10 [=] | T?287.1000 | Calcula la nueva <i>T</i> . |
| [R/S] | SOLVING P=0.058 | Almacena 287.1 en <i>T</i> ; resuelve la nueva <i>P</i> . |
| [RCL] L [=] | -0.0021 | Calcula el cambio de presión del gas al caer la temperatura de 297.1 K a 287.1 K (un resultado negativo indica la caída de presión). |

Cómo utilizar SOLVE en un programa

La operación SOLVE se puede utilizar como una parte de un programa.

Si fuera conveniente, incluya o conteste a la solicitud de estimaciones iniciales (en la variable incógnita y en el registro X) antes de ejecutar la instrucción *SOLVE variable*. Las dos instrucciones para resolver una ecuación para una variable incógnita en los programas se presentarán como las siguientes:

```
FN= etiqueta
SOLVE variable
```

La instrucción *SOLVE programada* no presenta en pantalla un resultado etiquetado (*variable=valor*), ya que esta puede que no sea la salida significativa del programa (esto es, puede desear realizar

cálculos adicionales con este número antes de visualizarlo). Si *desea* que este resultado aparezca en pantalla, incorpore una instrucción *VIEW variable* después de la instrucción *SOLVE*.

Si la solución de la variable incógnita no se encuentra, se saltará la siguiente línea del programa (de acuerdo con la regla “Ejecutar si es verdadero”, explicada en el capítulo 13). De no encontrar la raíz, el programa funcionará como cuando se eligen estimaciones iniciales nuevas o cuando se cambia el valor de entrada.

Ejemplo: SOLVE en un programa.



Este extracto pertenece al programa que le permite resolver x ó y pulsando **XEQ** X ó Y.

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|
| X01 LBL X | Definición para X. |
| X02 24 | Indice para X. |
| X03 GTO L | Se bifurca hacia la rutina principal. |
| Verificación y longitud: CCEC 004.5 | |
| Y01 LBL Y | Definición para Y. |
| Y02 25 | Indice para Y. |
| Y03 GTO L | Se bifurca hacia la rutina principal. |
| Verificación y longitud: 2E48 004.5 | |
| L01 LBL L | Rutina principal. |
| L02 STO i | Almacena el índice en i . |
| L03 FN= F | Define el programa a resolver. |
| L04 SOLVE(i) | Resuelve la variable apropiada. |
| L05 VIEW(i) | uestr a la solución. |
| L06 RTN | Termina el programa. |
| Verificación y longitud: E159 009.0 | |
| F01 LBL F | Calcula $f(x,y)$. Incluye INPUT o la solicitud |
| : | de la ecuación, como corresponda. |
| F10 RTN | |

Cómo integrar un programa

En el capítulo 8 se ha explicado cómo introducir una ecuación (o expresión), cómo se suma a la lista de ecuaciones y como se integra respecto a cualquier variable. Del mismo modo, se pueden introducir también *programas* que calculan una función y *la integran* respecto a cualquier variable. Esto resulta especialmente útil si la ecuación que se integra cambia bajo determinadas condiciones o precisa que se repitan ciertos cálculos.

Para integrar una función programada:

1. Introduzca un programa que defina la función del integrando.
(Consulte “Para escribir un programa para \int FN” más abajo).
2. Seleccione el programa que defina la función a integrar: pulse  **FN=** *etiqueta*. (Puede saltar esta línea si vuelve a integrar el mismo programa).
3. Introduzca los límites de integración: teclee el *límite inferior* y pulse **ENTER**, a continuación teclee el *límite superior*.
4. Seleccione la variable de integración y comience el cálculo: pulse  **SOLVE** *variable*.

Observe que FN= es necesario si está resolviendo una función programada, pero no lo es si está integrando una ecuación desde la lista de ecuaciones.

La ejecución del cálculo de integración se puede interrumpir pulsando **C** ó **R/S**. Sin embargo, la información relativa a la integración no estará disponible hasta que el cálculo haya terminado normalmente. Para reanudar el cálculo, pulse **R/S** de nuevo. Si pulsa **XEQ** durante la ejecución del cálculo de integración, se cancela la operación \int FN. En este caso, inicie \int FN de nuevo desde el principio.

Para escribir un programa para \int FN:

El programa puede utilizar ecuaciones y operaciones RPN con la combinación que resulte más conveniente.

1. Comience el programa con una *etiqueta*. Este etiqueta identifica la función que quiere integrar (**FN=etiqueta**).

2. Incluya una instrucción INPUT para cada variable, incluyendo la variable de integración. Las instrucciones INPUT permiten integrar cualquier variable en una función de variables múltiples. La calculadora ignora el INPUT de una *variable de integración*, por lo que deberá escribir sólo un programa que contenga una instrucción INPUT *separada* para *cada* variable (incluyendo la variable de integración).

Si no incluye ninguna instrucción INPUT, el programa utilizará los valores almacenados en las variables o introducidos tras las solicitudes de la ecuación.

3. Introduzca las instrucciones para calcular la función.
- Una función programada como secuencia RPN de líneas múltiples debe calcular los valores de la función que desea integrar.
 - Una función programada como una ecuación normalmente se incluye como una expresión, especificando el integrando, aunque puede ser cualquier tipo de ecuación. Si desea que la ecuación solicite los valores de la variable, en vez de incluir las instrucciones INPUT, asegúrese de que el indicador 11 esté fijado.
4. Termine el programa con una instrucción RTN. La ejecución del programa deberá terminar con el valor de la función en el registro X.

Ejemplo: Programa con ecuación.

La función de seno integral del ejemplo del capítulo 8 es la siguiente:

$$Si(t) = \int_0^t \left(\frac{\sin x}{x} \right) dx.$$

Esta función se puede calcular integrando un programa que defina el integrando:

```
S01 LBL S          Define la función.
S02 SIN(X)÷X       La función como expresión. (Verificación y
                    longitud: 4914 009.0).
S03 RTN           Termina la subrutina.
Verificación y longitud del programa: C62A 012.0
```


Introduzca este programa e integre la función de seno integral respecto a x de 0 a 2 ($t = 2$).

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|
| MODES {RD} | | Selecciona el modo Radianes. |
| FN= S | | Selecciona la etiqueta S como integrando. |
| 0 ENTER 2 | 2_ | Introduce los límites de integración inferior y superior. |
| X | INTEGRATING 1.6054 | Integra la función de 0 a 2; muestra el resultado. |
| MODES {DG} | 1.6054 | Recupera el modo de Grados sexagesimales. |

Cómo utilizar la integración en un programa

La integración se puede ejecutar desde un programa. Recuerde incluir o contestar a las solicitudes de límites de integración antes de ejecutar la integración y recuerde también que la exactitud y el tiempo de ejecución los controla el formato de presentación en el momento de la ejecución del programa. Las dos instrucciones de integración aparecerán en el programa como las siguientes:

FN= *etiqueta*
 FN *variable*

La instrucción FN *programada* no presenta en pantalla un resultado etiquetado (= *valor*), ya que esta puede que no sea la salida significativa del programa (esto es, puede desear realizar cálculos adicionales con este número antes de visualizarlo). Si *desea* que este resultado aparezca en pantalla, incorpore una instrucción PSE (**PSE**) ó STOP (**R/S**) para presentar el resultado en el registro X después de la instrucción FN.

Ejemplo: ∫FN en un programa.

El programa de la sección “Distribuciones normal e inversa-normal” del capítulo 16 incluye una integración de la ecuación de la función de densidad normal como la siguiente:

$$\frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_M^D e^{-\left(\frac{D-M}{S}\right)^2/2} dD.$$

La función $e^{((D-M)\div S)^2\div 2}$ se calcula mediante la rutina etiquetada *F*. Otras rutinas solicitan los valores conocidos y realizan los demás cálculos para encontrar *Q(D)*, el área del extremo superior de una curva normal. La integración misma se configura y se ejecuta desde la rutina *Q*:

| | | | |
|-----|-----|-----|----------------------------------------------------------------------|
| Q01 | LBL | Q | |
| Q02 | RCL | M | Recupera el límite de integración inferior. |
| Q03 | RCL | X | Recupera el límite de integración superior. (<i>X</i> = <i>D</i>). |
| Q04 | FN= | F | Especifica la función. |
| Q05 | ∫FN | d D | Integra la función normal utilizando la variable |
| : | | | <i>D</i> ficticia. |

Restricciones en la resolución e integración

Las instrucciones `SOLVE variable` y `∫FN d variable` no pueden llamar a otra rutina que contenga otra instrucción `SOLVE` ó `∫FN`. Es decir, ninguna de estas instrucciones puede utilizarse de forma periódica.

Por ejemplo, si se intenta calcular una integral múltiple, el resultado será un error `J(JFN)`. Asimismo, `SOLVE` y `∫FN` no pueden llamar a una rutina que contenga una instrucción `FN=etiqueta`; en este caso, el resultado será un error `SOLVE ACTIVE` ó `JFN ACTIVE`. `SOLVE` no puede llamar a una rutina que contenga una instrucción `∫FN` (genera un error `SOLVE(JFN)`), así como `∫FN` no puede llamar a una rutina que contenga una instrucción `SOLVE` (genera un error `J(SOLVE)`).

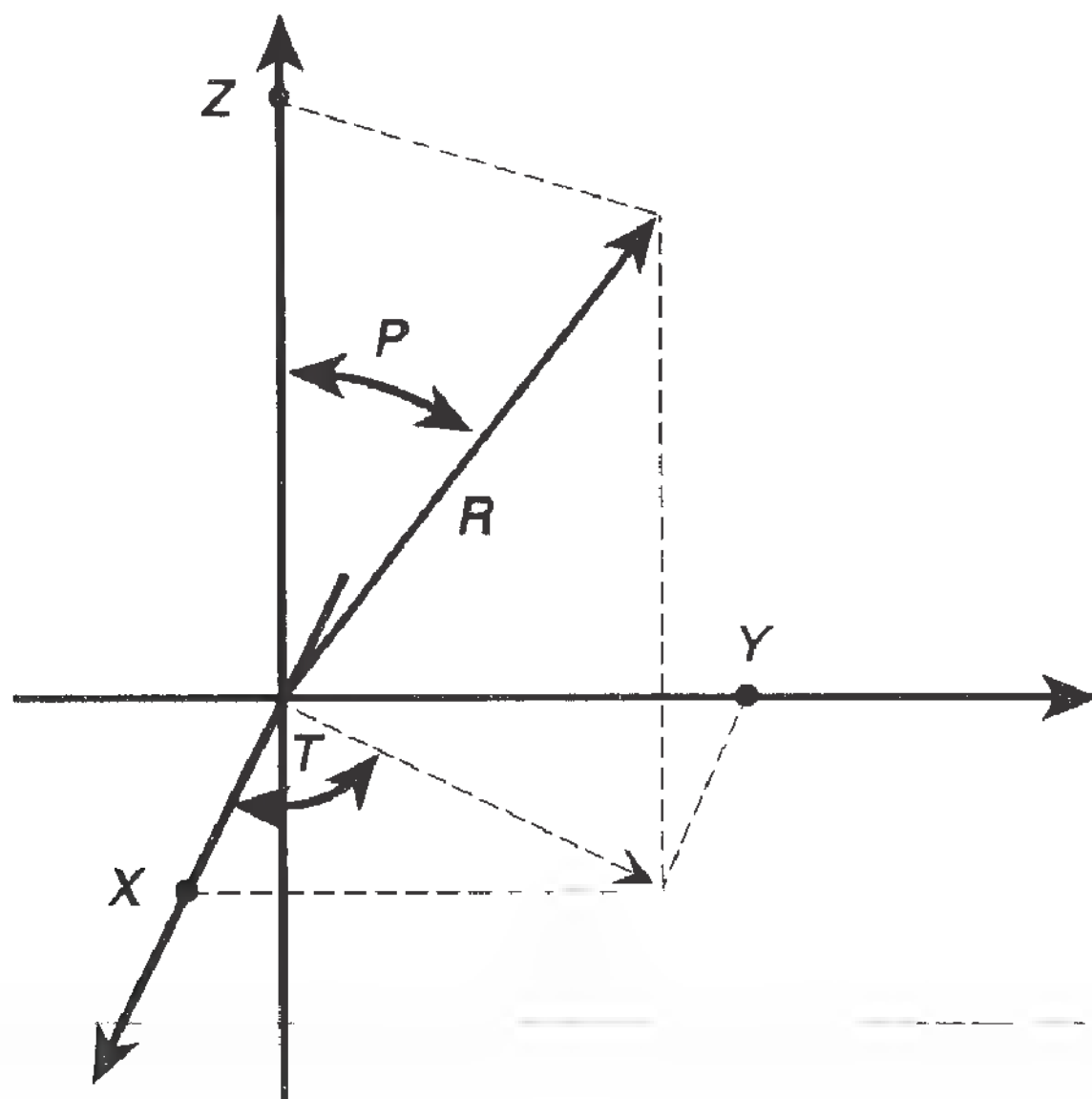
Las instrucciones `SOLVE variable` y `∫FN d variable`, en un programa utilizan uno de los siete retornos de subrutinas pendientes de la calculadora. (Consulte “Subrutinas anidadas” en el capítulo 13).

Las operaciones `SOLVE` y `∫FN` establecen automáticamente el formato de presentación decimal.

Programas de matemáticas

Operaciones con vectores

Este programa ejecuta las operaciones básicas con vectores: suma, resta, producto vectorial y producto escalar. El programa utiliza vectores tridimensionales y permite la entrada y salida de datos en forma rectangular o polar. Asimismo, se pueden encontrar los ángulos entre los vectores.



Este programa utiliza las siguientes ecuaciones.

Conversión de coordenadas:

$$\begin{array}{ll} X = R \operatorname{sen}(P) \cos(T) & R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2} \\ Y = R \operatorname{sen}(P) \operatorname{sen}(T) & T = \arctan(Y/X) \\ Z = R \cos(P) & P = \arctan \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \end{array}$$

Suma y resta de vectores:

$$\begin{array}{l} \mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2 = (X + U)\mathbf{i} + (Y + V)\mathbf{j} + (Z + W)\mathbf{k} \\ \mathbf{v}_2 - \mathbf{v}_1 = (U - X)\mathbf{i} + (V - Y)\mathbf{j} + (W - Z)\mathbf{k} \end{array}$$

Producto vectorial:

$$\mathbf{v}_1 \times \mathbf{v}_2 = (YW - ZV)\mathbf{i} + (ZU - XW)\mathbf{j} + (XV - YU)\mathbf{k}$$

Producto escalar:

$$D = XU + YV + ZW$$

Angulo entre vectores (γ):

$$G = \arccos \frac{D}{R_1 \times R_2}$$

donde

$$\mathbf{v}_1 = X\mathbf{i} + Y\mathbf{j} + Z\mathbf{k}$$

y

$$\mathbf{v}_2 = U\mathbf{i} + V\mathbf{j} + W\mathbf{k}$$

El vector mostrado por las rutinas de entrada (LBL P y LBL R) es V_1 .

Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| R01 LBL R | Define el comienzo de la rutina de entrada/presentación rectangular. |
| R02 INPUT X | Muestra o acepta la entrada de X. |
| R03 INPUT Y | Muestra o acepta la entrada de Y. |
| R04 INPUT Z | Muestra o acepta la entrada de Z. |
| Verificación y longitud: F8AB 006.0 | |
| Q01 LBL Q | Define el comienzo del proceso de conversión de rectangular a polar. |
| Q02 RCL Y | |
| Q03 RCL X | |
| Q04 y,z→θ,r | Calcula $\sqrt{(X^2 + Y^2)}$ y $\arctan(Y/X)$. |
| Q05 x<>y | |
| Q06 STO T | Almacena $T = \arctan(Y/X)$. |
| Q07 R↓ | Recupera $\sqrt{(X^2 + Y^2)}$. |
| Q08 RCL Z | |
| Q09 y,z→θ,r | Calcula $\sqrt{(X^2 + Y^2 + Z^2)}$ y P. |
| Q10 STO R | Almacena R. |
| Q11 x<>y | |
| Q12 STO P | Almacena P. |
| Verificación y longitud: 3D28 018.0 | |
| P01 LBL P | Define el comienzo de la rutina de entrada/presentación polar. |
| P02 INPUT R | Muestra o acepta la entrada de R. |
| P03 INPUT T | Muestra o acepta la entrada de T. |
| P04 INPUT P | Muestra o acepta la entrada de P. |
| P05 RCL T | |
| P06 RCL P | |
| P07 RCL R | |
| P08 θ,r→y,z | Calcula $R \cos(P)$ y $R \sin(P)$. |
| P09 STO Z | Almacena $Z = R \cos(P)$. |
| P10 R↓ | |
| P11 θ,r→y,z | Calcula $R \sin(P) \cos(T)$ y $R \sin(P) \sin(T)$. |
| P12 STO X | Almacena $X = R \sin(P) \cos(T)$. |
| P13 x<>y | |
| P14 STO Y | Almacena $Y = R \sin(P) \sin(T)$. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| F15 GTO F | Realiza una iteración para otra presentación en forma polar. |
| Verificación y longitud: D518 022.5 | |
| E01 LBL E | Define el comienzo de la rutina de entrada de vectores. |
| E02 RCL X | Copia los valores de X , Y y Z en U , V y W respectivamente. |
| E03 STO U | |
| E04 RCL Y | |
| E05 STO V | |
| E06 RCL Z | |
| E07 STO W | |
| E08 GTO Q | Realiza una iteración para la conversión y presentación/entrada polar. |
| Verificación y longitud: 1032 012.0 | |
| X01 LBL X | Define el comienzo de la rutina de intercambio de vectores. |
| X02 RCL X | Intercambia X , Y y Z por U , V y W respectivamente. |
| X03 x<> U | |
| X04 STO X | |
| X05 RCL Y | |
| X06 x<> V | |
| X07 STO Y | |
| X08 RCL Z | |
| X09 x<> W | |
| X10 STO Z | |
| X11 GTO Q | Realiza una iteración para la conversión y presentación/entrada polar. |
| Verificación y longitud: DAC6 016.5 | |
| A01 LBL A | Define el comienzo de la rutina de suma de vectores. |
| A02 RCL X | |
| A03 RCL+ U | |
| A04 STO X | Almacena $X + U$ en X . |
| A05 RCL V | |
| A06 RCL+ Y | |
| A07 STO Y | Almacena $V + Y$ en Y . |
| A08 RCL Z | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| A09 RCL+ W | |
| A10 STO Z | Almacena $Z + W$ en Z. |
| A11 GTO Q | Realiza una iteración para la conversión y presentación/entrada polar. |
| Verificación y longitud: 641B 016.5 | |
| S01 LBL S | Define el comienzo de la rutina de resta de vectores. |
| S02 -1 | Multiplica X , Y y Z por (-1) para cambiar el signo. |
| S03 STOX X | |
| S04 STOX Y | |
| S05 STOX Z | |
| S06 GTO A | Se dirige hacia la rutina de suma de vectores. |
| Verificación y longitud: D051 017.0 | |
| C01 LBL C | Define el comienzo de la rutina de producto vectorial. |
| C02 RCL Y | |
| C03 RCL× W | |
| C04 RCL Z | |
| C05 RCL× V | |
| C06 - | Calcula $(YW - ZV)$, que es componente de X . |
| C07 RCL Z | |
| C08 RCL× U | |
| C09 RCL X | |
| C10 RCL× W | |
| C11 - | Calcula $(ZU - WX)$, que es componente de Y . |
| C12 RCL X | |
| C13 RCL× V | |
| C14 RCL Y | |
| C15 RCL× U | |
| C16 - | |
| C17 STO Z | Almacena $(XV - YU)$, que es componente de Z . |
| C18 R+ | |
| C19 STO Y | Almacena el componente Y . |
| C20 R+ | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| C21 STO X | Almacena el componente X . |
| C22 GTO Q | Realiza una iteración para la conversión y presentación/entrada polar. |
| Verificación y longitud: FEB2 033.0 | |
| D01 LBL D | Define el comienzo de la rutina de producto escalar y ángulo de vector. |
| D02 RCL X | |
| D03 RCLX U | |
| D04 RCL Y | |
| D05 RCLX V | |
| D06 + | |
| D07 RCL Z | |
| D08 RCLX W | |
| D09 + | |
| D10 STO D | Almacena el producto escalar de $XU + YV + ZW$. |
| D11 VIEW D | Muestra el producto escalar. |
| D12 RCL D | |
| D13 RCL÷ R | Divide el producto escalar por la magnitud del vector X, Y, Z . |
| D14 RCL W | |
| D15 RCL V | |
| D16 RCL U | |
| D17 $y, x \rightarrow \theta, r$ | |
| D18 $x \langle \rangle y$ | |
| D19 R+ | |
| D20 $y, x \rightarrow \theta, r$ | Calcula la magnitud del vector U, V, W . |
| D21 $x \langle \rangle y$ | |
| D22 R+ | |
| D23 ÷ | Divide el resultado anterior por la magnitud. |
| D24 ACOS | Calcula el ángulo. |
| D25 STO G | |
| D26 VIEW G | Muestra el ángulo. |
| D27 GTO P | Realiza una iteración para la presentación/entrada polar. |
| Verificación y longitud: 1DFC 040.5 | |




Indicadores utilizados:

Ninguno.

Memoria necesaria:














270 bytes: 182 para el programa, 88 para las variables.

Comentarios:

La longitud de la rutina S se puede reducir de 6.5 bytes. El valor -1 mostrado utiliza 9.5 bytes. Si aparece como 1 seguido de $+/-$, necesitará sólo 3 bytes. Para ello, puede pulsar 1   .

Los términos “polar” y “rectangular” que se refieren a los sistemas bidimensionales, se utilizan en vez de los términos “esférico” y “cartesiano” correspondientes a los sistemas tridimensionales. Esta adaptación de la terminología permite asociar las etiquetas a sus respectivas funciones sin que se creen conflictos. Por ejemplo, si LBL C se asociase a la entrada de coordenadas cartesianas, no estaría disponible para el producto vectorial.

Instrucciones del programa:

1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse .
2. Si el vector se encuentra en forma rectangular, pulse  R y vaya al paso 4. Si el vector se encuentra en forma polar, pulse  P y siga en el paso 3.
3. Introduzca R y pulse , introduzca T y pulse , a continuación introduzca P y pulse . Siga en el paso 5.
4. Introduzca X y pulse , introduzca Y y pulse , introduzca Z y pulse .
5. Para introducir un segundo vector, pulse  E (para la introducción o “Enter”), y vaya al paso 2.
6. Realice la operación de vector deseada:
 - a. Sume los vectores pulsando  A;
 - b. Reste el vector uno del vector dos pulsando  S;
 - c. Calcule el producto vectorial pulsando  C;

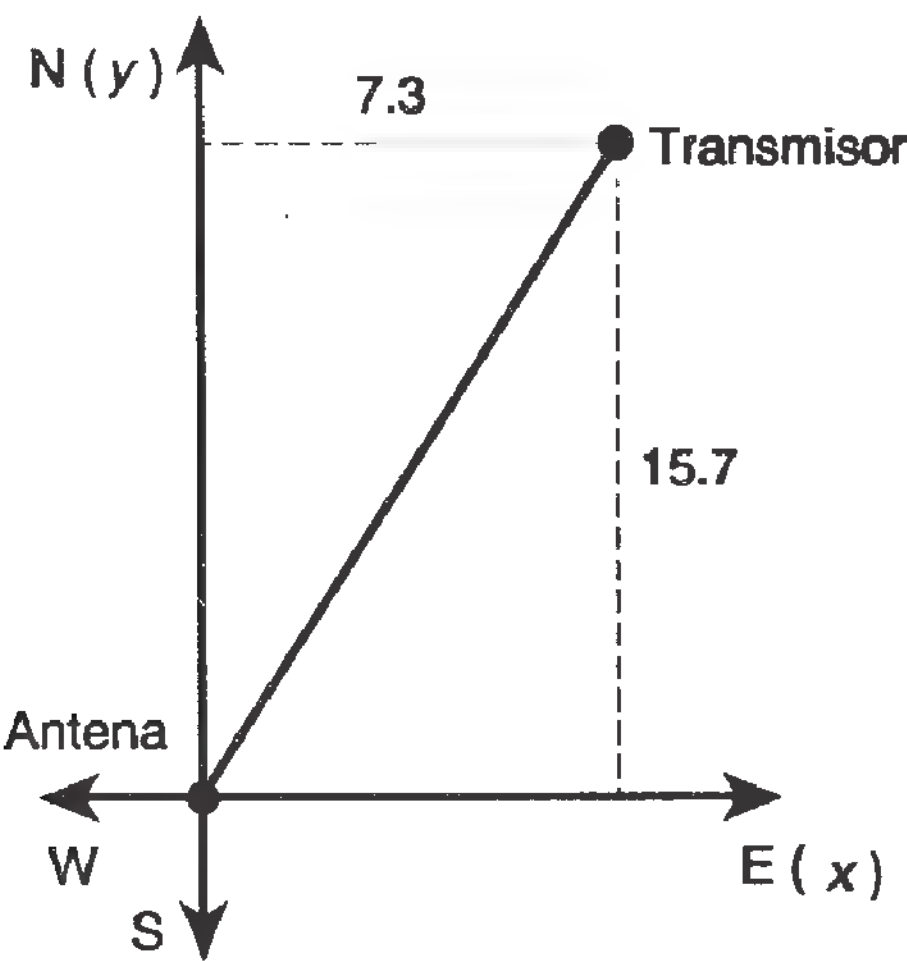
- d. Calcule el producto escalar pulsando **[XEQ]** D y el ángulo entre vectores pulsando **[R/S]**.
- 7. Opcional: para ver v_1 en forma polar, pulse **[XEQ]** P, a continuación pulse **[R/S]** repetidas veces para ver cada elemento.
- 8. Opcional: para ver v_1 en forma rectangular, pulse **[XEQ]** R, a continuación pulse **[R/S]** repetidas veces para ver cada elemento.
- 9. Si ha sumado, restado o calculado el producto vectorial, v_1 se habrá sustituido por el resultado. v_2 no se habrá alterado. Para realizar otros cálculos basándose en el resultado, recuerde pulsar **[XEQ]** E antes de introducir un nuevo vector.
- 10. Vaya al paso 2 para continuar los cálculos de vectores.

Variables Utilizadas:

| | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| X, Y, Z | Componentes rectangulares de v_1 . |
| U, V, W | Componentes rectangulares de v_2 . |
| R, T, P | Radio, ángulo en el plano $x-y$ (θ) y ángulo desde el eje Z de v_1 (U). |
| D | Producto escalar. |
| G | Angulo entre vectores (γ). |

Ejemplo 1:

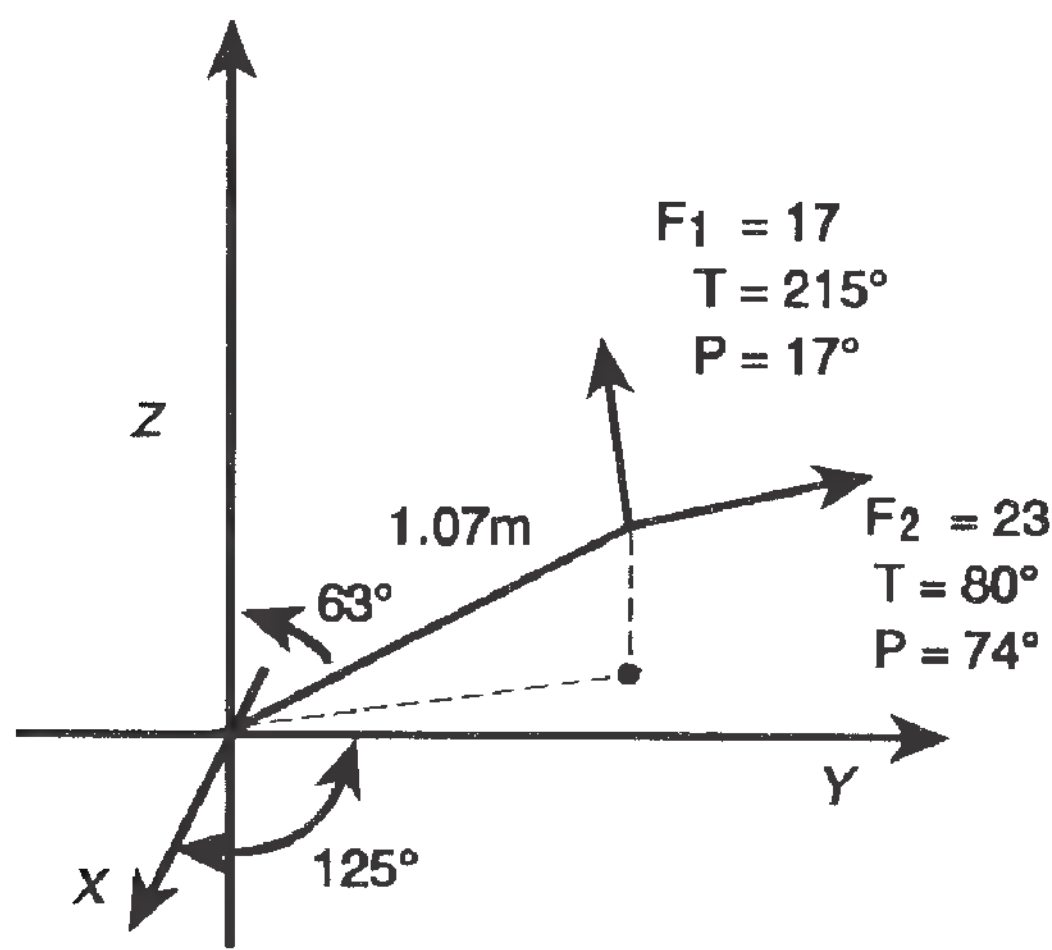
Una antena de microondas debe estar dirigida hacia un transmisor ubicado a 15.7 kilómetros al norte, 7.3 kilómetros al este y 0.76 kilómetros más abajo. Utilice la opción de conversión de rectangular a polar para encontrar la distancia total y la dirección hacia el transmisor.



| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|
| \leftarrow MODES {DG} | | Establece el modo de Grados sexagesimales. |
| XEQ R | X?valor | Comienza la rutina de presentación/entrada rectangular. |
| 7.3 R/S | Y?valor | Define X con el valor 7.3. |
| 15.7 R/S | Z?valor | Define Y con el valor 15.7. |
| .76 +/- R/S | R?17.3308 | Define Z con el valor -0.76 y calcula R, el radio. |
| R/S | T?65.0631 | Calcula T, el ángulo en el plano x/y. |
| R/S | P?92.5134 | Calcula P, el ángulo desde el eje z. |

Ejemplo 2:

¿Cuál es el momento en el punto de origen de la palanca que se presenta a continuación? ¿Cuál es el componente de fuerza a lo largo de la palanca? ¿Cuál es el ángulo entre el resultante de los vectores de fuerza y la palanca?



Sume primero los vectores de fuerza.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|-------------|----------------------------------------------------|
| (XEQ) P | R?valor | Comienza la rutina de entrada polar. |
| 17 (R/S) | T?valor | Define el radio con el valor 17. |
| 215 (R/S) | P?valor | Define T con el valor 215. |
| 17 (R/S) | R?17.0000 | Define P con el valor 17. |
| (XEQ) E | R?17.0000 | Introduce el vector copiándolo en \mathbf{v}_2 . |
| 23 (R/S) | T?-145.0000 | Define el radio de \mathbf{v}_1 con el valor 23. |
| 80 (R/S) | P?17.0000 | Define T con el valor 80. |
| 74 (R/S) | R?23.0000 | Define P con el valor 74. |
| (XEQ) A | R?29.4741 | Suma los vectores y muestra el resultante R . |
| (R/S) | T?90.7032 | Muestra el valor T del vector resultante. |
| (R/S) | P?39.9445 | Muestra el valor P del vector resultante. |
| (XEQ) E | R?29.4741 | Introduce el vector resultante. |

Dado que el momento es igual al producto vectorial del vector de radio y el vector de fuerza ($\mathbf{r} \times \mathbf{F}$), introduzca el vector que representa a la palanca y calcule el producto vectorial.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------|------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1.07 (R/S) | T?90.7032 | Define R con el valor 1.07. |
| 125 (R/S) | P?39.9445 | Define T con el valor 125. |
| 63 (R/S) | R?1.0700 | Define P con el valor 63. |
| (XEQ) C | R?18.0209 | Calcula el producto vectorial y muestra el valor R del resultado. |
| (R/S) | T?55.3719 | Muestra el valor T del producto vectorial. |
| (R/S) | P?124.3412 | Muestra el valor P del producto vectorial. |
| (XEQ) R | X?8.4554 | Muestra la forma rectangular del producto vectorial. |
| (R/S) | Y?12.2439 | |
| (R/S) | Z?-10.1660 | |

El producto escalar se puede utilizar para resolver la fuerza (aún en \mathbf{v}_2) a lo largo del eje de la palanca.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| [XEQ] P | R?18.0209 | Comienza la rutina de entrada polar. |
| 1 [R/S] | T?55.3719 | Define el radio como un vector de una unidad. |
| 125 [R/S] | P?124.3412 | Define T con el valor 125. |
| 63 [R/S] | R?1.0000 | Define P con el valor 63. |
| [XEQ] D | D=24.1882 | Calcula el producto escalar. |
| [R/S] | G=34.8490 | Calcula el ángulo que se encuentra entre el vector de fuerza resultante y la palanca. |
| [R/S] | R?1.0000 | Vuelve a la rutina de entrada. |

Soluciones de ecuaciones simultáneas

Este programa resuelve ecuaciones lineales simultáneas con dos o tres incógnitas. Esta operación se realiza mediante la inversión de la matriz y la multiplicación de la matriz.

Un sistema de tres ecuaciones lineales como el siguiente:

$$AX + DY + GZ = J$$

$$BX + EY + HZ = K$$

$$CX + FY + IZ = L$$

puede representarse mediante la siguiente ecuación de matriz.

$$\begin{bmatrix} A & D & G \\ B & E & H \\ C & F & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix}$$

Mediante la ecuación de matriz se puede encontrar el valor de X , Y , y Z multiplicando la matriz resultante por el inverso de la matriz de coeficiente.

$$\begin{bmatrix} A' & D' & G' \\ B' & E' & H' \\ C' & F' & I' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} J \\ K \\ L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

Las especificaciones relativas al proceso de inversión se proporcionan en los comentarios para la rutina de inversión, I.

Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| A01 LBL A | Punto inicial para la entrada de coeficientes. |
| A02 1.012 | Valor de control de iteración: iteraciones de 1 a 12, una a la vez. |
| A03 STO i | Almacena el valor de control en la variable de índice. |
| Verificación y longitud: 9F76 012.5 | |
| L01 LBL L | Comienza la iteración de entrada. |
| L02 INPUT(i) | Solicita y almacena la variable dirigida por <i>i</i> . |
| L03 ISG i | Suma uno al valor de <i>i</i> . |
| L04 GTO L | Si <i>i</i> es inferior a 13, vuelve a LBL L y obtiene el valor siguiente. |
| L05 GTO A | Vuelve a LBL A para revisar los valores. |
| Verificación y longitud: 8356 007.5 | |
| I01 LBL I | Esta rutina invierte una matriz 3×3 . |
| I02 XEQ D | Calcula el determinante y almacena el valor para la iteración de división, J. |
| I03 STO W | |
| I04 RCL A | |
| I05 RCL× I | |
| I06 RCL C | |
| I07 RCL× G | |
| I08 - | |
| I09 STO X | Calcula $E' \times \text{determinante} = AI - CG$. |
| I10 RCL C | |
| I11 RCL× D | |
| I12 RCL A | |
| I13 RCL× F | |
| I14 - | |
| I15 STO Y | Calcula $F' \times \text{determinante} = CD - AF$. |
| I16 RCL B | |
| I17 RCL× G | |
| I18 RCL A | |
| I19 RCL× H | |
| I20 - | |
| I21 STO Z | Calcula $H' \times \text{determinante} = BG - AH$. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|---------------------|-----------------------------------------------------|
| I22 RCL A | |
| I23 RCL× E | |
| I24 RCL B | |
| I25 RCL× D | |
| I26 - | |
| I27 STO i | Calcula $I' \times \text{determinante} = AE - BD$. |
| I28 RCL E | |
| I29 RCL× I | |
| I30 RCL F | |
| I31 RCL× H | |
| I32 - | |
| I33 STO A | Calcula $A' \times \text{determinante} = EI - FH$. |
| I34 RCL C | |
| I35 RCL× H | |
| I36 RCL B | |
| I37 RCL× I | |
| I38 - | Calcula $B' \times \text{determinante} = CH - BI$. |
| I39 RCL B | |
| I40 RCL× F | |
| I41 RCL C | |
| I42 RCL× E | |
| I43 - | |
| I44 STO C | Calcula $C' \times \text{determinante} = BF - CE$. |
| I45 R+ | |
| I46 STO B | Almacena B' . |
| I47 RCL F | |
| I48 RCL× G | |
| I49 RCL D | |
| I50 RCL× I | |
| I51 - | Calcula $D' \times \text{determinante} = FG - DI$. |
| I52 RCL D | |
| I53 RCL× H | |
| I54 RCL E | |
| I55 RCL× G | |
| I56 - | |
| I57 STO G | Calcula $G' \times \text{determinante} = DE - EG$. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| I58 R↓ | |
| I59 STO D | Almacena D' . |
| I60 RCL i | |
| I61 STO I | Almacena I' . |
| I62 RCL X | |
| I63 STO E | Almacena E' . |
| I64 RCL Y | |
| I65 STO F | Almacena F' . |
| I66 RCL Z | |
| I67 STO H | Almacena H' . |
| I68 9 | |
| I69 STO i | Define el valor de índice para indicar el último elemento de la matriz. |
| I70 RCL W | Recupera el valor del determinante. |
| Verificación y longitud: 4C14 105.0 | |
| J01 LBL J | Esta rutina completa la inversión dividiendo el elemento por el determinante. |
| J02 STO÷(i) | Divide el elemento. |
| J03 DSE i | Disminuye el valor de índice para que se aproxime a A . |
| J04 GTO J | Realiza una iteración para el siguiente valor. |
| J05 RTN | Vuelve al programa que ha realizado la llamada ó a PRGM TOP. |
| Verificación y longitud: 9737 007.5 | |
| M01 LBL M | Esta rutina multiplica una matriz de columna y una matriz 3×3 . |
| M02 7 | Define el valor de índice para indicar el último elemento de la primera fila. |
| M03 XEQ N | |
| M04 8 | Define el valor de índice para indicar el último elemento de la segunda fila. |
| M05 XEQ N | |
| M06 9 | Define el valor de índice para el último elemento de la tercera fila. |
| Verificación y longitud: C1D3 009.0 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N01 LBL N | Esta rutina calcula el producto del vector de columna y de fila indicado por el valor de índice. |
| N02 STO i | Almacena el valor de índice en i . |
| N03 RCL J | Recupera J desde la matriz de columna. |
| N04 RCL K | Recupera K desde la matriz de columna. |
| N05 RCL L | Recupera L desde el vector de columna. |
| N06 RCL×(i) | Multiplica por el último elemento de la fila. |
| N07 XEQ P | Multiplica por el segundo elemento de la fila y ejecuta la suma. |
| N08 XEQ P | Multiplica por el tercer elemento de la fila y ejecuta la suma. |
| N09 23 | Define el valor de índice para mostrar X , Y ó Z basándose en la fila de entrada. |
| N10 STO+ i | |
| N11 R+ | Recupera el resultado. |
| N12 STO(i) | Almacena el resultado. |
| N13 VIEW(i) | Muestra el resultado. |
| N14 RTN | Vuelve al programa que ha realizado la llamada ó a <code>PRGM TOP</code> . |

Verificación y longitud: 4E9D 021.0

| | |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------|
| P01 LBL P | Esta rutina multiplica y suma los valores de una fila. |
| P02 x<>y | Obtiene el valor de la siguiente columna. |
| P03 DSE i | Define el valor de índice para indicar el valor de la fila siguiente. |
| P04 DSE i | |
| P05 DSE i | |
| P06 RCL×(i) | Multiplica el valor de la columna por el valor de la fila. |
| P07 + | Suma el producto a la suma anterior. |
| P08 RTN | Vuelve al programa que ha realizado la llamada. |

Verificación y longitud: 4E79 012.0

| | |
|------------|--------------------------------------|
| D01 LBL D | Esta rutina calcula el determinante. |
| D02 RCL A | |
| D03 RCL× E | |
| D04 RCL× I | Calcula $A \times E \times I$. |
| D05 RCL D | |
| D06 RCL× H | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D07 RCL× C | |
| D08 + | Calcula $(A \times E \times I) + (D \times H \times C)$. |
| D09 RCL G | |
| D10 RCL× F | |
| D11 RCL× B | |
| D12 + | Calcula $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B)$. |
| D13 RCL G | |
| D14 RCL× E | |
| D15 RCL× C | |
| D16 - | $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C)$. |
| D17 RCL A | |
| D18 RCL× F | |
| D19 RCL× H | |
| D20 - | $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H)$. |
| D21 RCL D | |
| D22 RCL× B | |
| D23 RCL× I | |
| D24 - | $(A \times E \times I) + (D \times H \times C) + (G \times F \times B) - (G \times E \times C) - (A \times F \times H) - (D \times B \times I)$. |
| D25 RTN | Vuelve al programa que ha realizado la llamada ó a PRGM TOP. |

Verificación y longitud: 44B2 037.5

Indicadores utilizados:

Ninguno.

Memoria necesaria:

348 bytes: 212 para el programa, 136 para las variables.

Instrucciones del programa:

- 1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **C**.
- 2. Pulse **XEQ** A para introducir los coeficientes de la matriz y del vector de columna.
- 3. Introduzca el coeficiente o el valor del vector (de A a L) tras cada solicitud y pulse **R/S**.
- 4. Opcional: pulse **XEQ** D para calcular el determinante del sistema 3×3 .
- 5. Pulse **XEQ** I para calcular el inverso de la matriz 3×3 .
- 6. Opcional: pulse **XEQ** A y pulse **R/S** repetidas veces para revisar los valores de la matriz invertida.
- 7. Pulse **XEQ** M para multiplicar la matriz invertida por el vector de columna y para ver el valor de X. Pulse **R/S** para ver el valor de Y y vuelva a pulsar **R/S** para ver el valor de Z.
- 8. Para introducir otro caso, comience desde el paso 2.

Variables Utilizadas:

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| A a I | Coeficientes de la matriz. |
| J a L | Valores del vector de columna. |
| W | Variable provisional utilizada para almacenar el determinante. |
| X a Z | Valores del vector de salida; también utilizados como valores provisionales. |
| i | Valor de control de iteración (variable de índice); también utilizado como valor provisional. |

Comentarios:

En las soluciones de matrices 2×2 utilice cero para los coeficientes C, F, H, G y para L.
Utilice 1 para el coeficiente I.
No todos los sistemas de ecuaciones tienen soluciones.

Ejemplo:

En el siguiente sistema, calcule el inverso y la solución del sistema. Verifique la matriz inversa. Vuelva a invertir la matriz y revise el resultado para asegurarse de que el resultado corresponde a la matriz original.

$$23X + 15Y + 17Z = 31$$

$$8X + 11Y - 6Z = 17$$

$$4X + 15Y + 12Z = 14$$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------|------------|------------------------------------------------------|
| ⓧEQ A | A?valor | Comienza la rutina de entrada. |
| 23 Ⓡ/Ⓢ | B?valor | Define el primer coeficiente, A, con el valor 23. |
| 8 Ⓡ/Ⓢ | C?valor | Define B con el valor 8. |
| 4 Ⓡ/Ⓢ | D?valor | Define C con el valor 4. |
| 15 Ⓡ/Ⓢ | E?valor | Define D con el valor 15. |
| ⋮ | ⋮ | Continúa la entrada de D a L. |
| 14 Ⓡ/Ⓢ | A?23.0000 | Vuelve al primer coeficiente introducido. |
| ⓧEQ I | 4,598.0000 | Calcula el inverso y muestra el determinante. |
| ⓧEQ M | X=0.9306 | Multiplica por el vector de columna para calcular X. |
| Ⓡ/Ⓢ | Y=0.7943 | Calcula y muestra Y. |
| Ⓡ/Ⓢ | Z=-0.1364 | Calcula y muestra Z. |
| ⓧEQ A | A?0.0483 | Comienza la verificación de la matriz invertida. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
| R/S | B?-.0261 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | C?0.0165 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | D?0.0163 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | E?0.0452 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | F?-.0620 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | G?-.0602 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | H?0.0596 | Muestra el valor siguiente. |
| R/S | I?0.0289 | Muestra el valor siguiente. |
| XEQ I | 0.0002 | Invierte el inverso para proporcionar la matriz original. |
| XEQ A | A?23.0000 | Comienza la verificación de la inversión de la matriz invertida. |
| R/S | B?8.0000 | Muestra el valor siguiente, ... |
| ⋮ | ⋮ | ... y así sucesivamente. |

Búsqueda de raíces de polinomios

Este programa encuentra las raíces de un polinomio del grado de 2 a 5 con coeficientes reales. Se calculan tanto las raíces reales como las complejas.

En este programa, un polinomio general es como el siguiente:

$$x^n + a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0 = 0$$

donde $n = 2, 3, 4$ ó 5 . El coeficiente del término de grado más alto (a_n) se asume como 1. Si el coeficiente principal no es 1, tendrá que convertirlo en 1 dividiendo todos los coeficientes de la ecuación por el coeficiente principal. (Consulte el ejemplo 2).

Las rutinas para los polinomios de tercero y quinto grado utilizan SOLVE para encontrar una raíz real de la ecuación, puesto que cada polinomio de grado impar debe tener al menos una raíz real. Después de haber encontrado una raíz, la división sintética se realiza para reducir el polinomio original en un polinomio de segundo o cuarto grado.

Para resolver un polinomio de cuarto grado, se debe resolver primero el polinomio cúbico resolvente:

$$y^3 + b_2y^2 + b_1y + b_0 = 0$$

donde $b_2 = -a_2$

$b_1 = a_3a_1 - 4a_0$

$b_0 = a_0(4a_2 - a_3^2) - a_1^2$.

Si la raíz real más amplia del polinomio cúbico anterior es y_0 , entonces el polinomio de cuarto grado se reducirá a dos polinomios cuadráticos:

$$x^2 + (J + L)x + (K + M) = 0$$

$$x^2 + (J - L)x + (K - M) = 0$$

donde $J = a_3/2$

$K = y_0/2$

$L = \sqrt{J^2 - a_2 + y_0} \times (\text{el signo de } JK - a_1/2)$

$M = \sqrt{K^2 - a_0}$

Para encontrar las raíces de un polinomio de cuarto grado se deben resolver estos dos polinomios cuadráticos.

Una ecuación cuadrática como $x^2 + a_1x + a_0 = 0$ se resuelve mediante la fórmula:

$$x_{1,2} = -\frac{a_1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{a_1}{2}\right)^2 - a_0}$$



Si el discriminante es $d = (a_1/2)^2 - a_0 \geq 0$, las raíces serán reales; si es $d < 0$, las raíces serán complejas, siendo $u \pm iv = -(a_1/2) \pm i\sqrt{-d}$.

Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P01 LEL F | Define el comienzo de la rutina de búsqueda de la raíz del polinomio. |
| P02 INPUT F | Solicita y almacena el grado del polinomio. |
| P03 STO i | Utiliza el grado como contador de iteración. |
| Verificación y longitud: 699F 004.5 | |
| I01 LEL I | Comienza la rutina de solicitudes. |
| I02 INPUT(i) | Solicita un coeficiente. |
| I03 DSE i | Descuenta la iteración de entrada. |
| I04 GTO I | Repite la operación hasta que termina. |
| I05 RCL F | |
| I06 STO i | Utiliza el grado para seleccionar la rutina de búsqueda de la raíz. |
| I07 GTO(i) | Comienza la rutina de búsqueda de la raíz. |
| Verificación y longitud: CE86 010.5 | |
| H01 LEL H | Calcula los polinomios utilizando el método de Horner y reduce sintéticamente el grado del polinomio utilizando la raíz. |
| H02 RCL H | |
| H03 STO i | Utiliza el puntero del polinomio como índice. |
| H04 1 | Valor inicial para el método de Horner. |
| Verificación y longitud: B85F 006.0 | |
| J01 LEL J | Comienza la iteración del método de Horner. |
| J02 ENTER | Almacena el coeficiente de división sintética. |
| J03 RCL× % | Multiplica la suma actual por la siguiente potencia de x . |
| J04 RCL+(i) | Suma el nuevo coeficiente. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| J05 DSE i | Descuenta la iteración. |
| J06 GTO J | Repite la operación hasta que termina. |
| J07 RTN | |
| Verificación y longitud: 139C 010.5 | |
| S01 LBL S | Comienza la rutina de configuración del mecanismo de resolución. |
| S02 STO H | Almacena la ubicación de los coeficientes que se han de utilizar. |
| S03 250 | |
| S04 STO X | Primera estimación inicial. |
| S05 +/- | Segunda estimación inicial. |
| S06 FN= H | Especifica la rutina a resolver. |
| S07 SOLVE X | Encuentra el valor numérico de una raíz real. |
| S08 GTO H | Obtiene los coeficientes de división sintética para el siguiente polinomio de grado inferior. |
| S09 0 | |
| S10 ÷ | Genera el error DIVIDE BY 0 si no encuentra una raíz real. |
| Verificación y longitud: 27C3 015.0 | |
| Q01 LBL Q | Comienza la rutina para la solución cuadrática. |
| Q02 x<>y | Intercambia a_0 y a_1 . |
| Q03 2 | |
| Q04 ÷ | $a_1/2$. |
| Q05 +/- | $-a_1/2$. |
| Q06 ENTER | |
| Q07 ENTER | Almacena $-a_1/2$. |
| Q08 STO F | Almacena la parte real si es una raíz compleja. |
| Q09 x² | $(a_1/2)^2$. |
| Q10 R+ | a_0 . |
| Q11 - | $(a_1/2)^2 - a_0$. |
| Q12 CF 0 | Inicializa el indicador 0. |
| Q13 x<0? | Discriminante $(d) < 0$? |
| Q14 SF 0 | Fija el indicador 0 si $d < 0$ (raíces complejas). |
| Q15 ABS | $ d $. |
| Q16 SQRT | $\sqrt{ d }$. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Q17 STO G | Almacena la parte imaginaria si es una raíz compleja. |
| Q18 FS? Ø | ¿Raíces complejas? |
| Q19 RTN | Vuelve al programa si son raíces complejas. |
| Q20 STO- F | Calcula $-a_1/2 - \sqrt{ d }$. |
| Q21 R+ | |
| Q22 STO+ G | Calcula $-a_1/2 + \sqrt{ d }$. |
| Q23 RTN | |
| Verificación y longitud: E454 034.5 | |
| B01 LBL B | Comienza la rutina para la solución del polinomio de segundo grado. |
| B02 RCL B | Obtiene L . |
| B03 RCL A | Obtiene M . |
| B04 GTO T | Calcula y muestra dos raíces. |
| Verificación y longitud: 52B9 006.0 | |
| C01 LBL C | Comienza la rutina para la solución del polinomio de tercer grado. |
| C02 3 | Indica el polinomio cúbico que se ha de resolver. |
| C03 XEQ S | Encuentra el valor numérico de una raíz real y coloca a_0 y a_1 en la pila para el polinomio de segundo grado. |
| C04 R+ | Descarta el valor de la función polinómica. |
| C05 XEQ Q | Resuelve el resto del polinomio de segundo grado y almacena las raíces. |
| C06 VIEW X | Muestra la raíz real del cubo. |
| C07 GTO N | Muestra las raíces restantes. |
| Verificación y longitud: CCF5 010.5 | |
| E01 LBL E | Comienza la rutina para la solución del polinomio de quinto grado. |
| E02 5 | Indica el polinomio de quinto grado que se ha de resolver. |
| E03 XEQ S | Encuentra el valor numérico de una raíz real y coloca en la pila tres coeficientes de división sintética para el polinomio de cuarto grado. |
| E04 R+ | Descarta el valor de la función polinómica. |
| E05 STO A | Almacena el coeficiente. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E06 R+ | |
| E07 STO B | Almacena el coeficiente. |
| E08 R+ | |
| E09 STO C | Almacena el coeficiente. |
| E10 RCL E | |
| E11 RCL+ X | Calcula a_3 . |
| E12 STO D | Almacena a_3 . |
| E13 VIEW X | Muestra la raíz real del polinomio de quinto grado. |
| Verificación y longitud: 0FE9 019.5 | |
| D01 LBL D | Comienza la rutina para la solución del polinomio de cuarto grado. |
| D02 4 | |
| D03 RCLX C | $4a_2$. |
| D04 RCL D | a_3 . |
| D05 x ² | a_3^2 . |
| D06 - | $4a_2 - a_3^2$. |
| D07 RCLX A | $a_0(4a_2 - a_3^2)$. |
| D08 RCL B | a_1 . |
| D09 x ² | a_1^2 . |
| D10 - | $b_0 = a_0(4a_2 - a_3^2) - a_1^2$. |
| D11 STO E | Almacena b_0 . |
| D12 RCL C | a_2 . |
| D13 +/- | $b_2 = -a_2$. |
| D14 STO G | Almacena b_2 . |
| D15 RCL D | a_3 . |
| D16 RCLX B | a_3a_1 . |
| D17 4 | |
| D18 RCLX A | $4a_0$. |
| D19 - | $b_1 = a_3a_1 - 4a_0$. |
| D20 STO F | Almacena b_1 . |
| D21 4 | Para introducir las líneas D21 y D22, pulse |
| D22 3 | 4   3. |
| D23 10 ^x | |
| D24 ÷ | |
| D25 7 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D26 + | Crea 7.004 como puntero para los coeficientes cúbicos. |
| D27 XEQ S | Encuentra el valor numérico de una raíz real y coloca a_0 y a_1 en la pila para el polinomio de segundo grado. |
| D28 R+ | Descarta el valor de la función polinómica. |
| D29 XEQ Q | encuentra el valor numérico de las restantes raíces del cubo y almacena las raíces. |
| D30 RCL X | Obtiene la raíz real del cubo. |
| D31 STO E | Almacena la raíz real. |
| D32 FS? 0 | ¿Raíces complejas? |
| D33 GT0 F | Calcula cuatro raíces del resto del polinomio de cuarto grado. |
| D34 RCL F | Si no son raíces complejas, determina la raíz real más amplia. (y_0). |
| D35 x<y? | |
| D36 x<>y | |
| D37 RCL G | |
| D38 x<y? | |
| D39 x<>y | |
| D40 STO E | Almacena la raíz real más amplia del cubo. |
| Verificación y longitud: C333 060.0 | |
| F01 LBL F | Comienza la rutina para la solución del polinomio de cuarto grado. |
| F02 2 | |
| F03 STO÷ D | $J = a_3/2$. |
| F04 STO÷ E | $K = y_0/2$. |
| F05 9 | |
| F06 10x | |
| F07 1/x | Crea 10^{-9} como límite inferior para M^2 . |
| F08 RCL E | K . |
| F09 x² | K^2 . |
| F10 RCL- A | $M^2 = K^2 - a_0$. |
| F11 x<y? | |
| F12 CLx | Si $M^2 < 10^{-9}$, utilice 0 para M^2 . |
| F13 SQRT | $M = \sqrt{K^2 - a_0}$. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| F14 STO A | Almacena M . |
| F15 RCL D | J . |
| F16 RCL× E | JK . |
| F17 RCL B | a_1 . |
| F18 2 | |
| F19 ÷ | $a_1/2$. |
| F20 - | $JK - a_1/2$. |
| F21 x=0? | |
| F22 1 | Utiliza 1 si $JK - a_1/2 = 0$. |
| F23 STO B | Almacena 1 ó $JK - a_1/2$. |
| F24 ABS | |
| F25 STO÷ B | Calcula el signo de C . |
| F26 RCL D | J . |
| F27 x² | J^2 . |
| F28 RCL- C | $J^2 - a_2$. |
| F29 RCL+ E | |
| F30 RCL+ E | $J^2 - a_2 + y_0$. |
| F31 SQRT | $C = \sqrt{J^2 - a_2 + y_0}$. |
| F32 STO× B | Almacena C con el signo correcto. |
| F33 RCL D | J . |
| F34 RCL+ B | $J+L$. |
| F35 RCL E | K . |
| F36 RCL+ A | $K+M$. |
| F37 XEQ T | Calcula y muestra dos raíces del polinomio de cuarto grado. |
| F38 RCL D | J . |
| F39 RCL- B | $J - L$. |
| F40 RCL E | K . |
| F41 RCL- A | $K - M$. |
| Verificación y longitud: 9133 061.5 | |
| T01 LBL T | Comienza la rutina para calcular y mostrar dos raíces. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| T02 XEQ 0 | Utiliza la rutina cuadrática para calcular dos raíces. |
| Verificación y longitud: 0019 003.0 | |
| N01 LBL N | Comienza la rutina para mostrar dos raíces reales o dos raíces complejas. |
| N02 RCL F | Obtiene la primera raíz real. |
| N03 STO X | Almacena la primera raíz real. |
| N04 VIEW X | Muestra la raíz real o la parte real de la raíz compleja. |
| N05 RCL G | Obtiene la segunda raíz real o la parte imaginaria de la raíz compleja. |
| N06 FS? 0 | ¿Existían raíces complejas? |
| N07 GTO U | Muestra las raíces complejas, si existen. |
| N08 STO X | Almacena la segunda raíz real. |
| N09 VIEW X | Muestra la segunda raíz real. |
| N10 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: BE87 015.0 | |
| U01 LBL U | Comienza la rutina para mostrar las raíces complejas. |
| U02 STO i | Almacena la parte imaginaria de la primera raíz compleja. |
| U03 VIEW i | Muestra la parte imaginaria de la primera raíz compleja. |
| U04 VIEW X | Muestra la parte real de la segunda raíz compleja. |
| U05 RCL i | Obtiene la parte imaginaria de las raíces complejas. |
| U06 +/- | Genera la parte imaginaria de la segunda raíz compleja. |
| U07 STO i | Almacena la parte imaginaria de la segunda raíz compleja. |
| U08 VIEW i | Muestra la parte imaginaria de la segunda raíz compleja. |
| Verificación y longitud: 0EE4 012.0 | |

Indicadores utilizados:

El indicador 0 se utiliza para recordar si la raíz es real o compleja (es decir, para recordar el signo de d). Si d es negativo, entonces se fija el indicador 0. El indicador 0 se probará más tarde en el programa para asegurar que tanto la parte real como la imaginaria se visualizarán si es necesario.

Memoria necesaria:

382.0 bytes: 268.5 para los programas, 33.5 para SOLVE, 80 para las variables.

Comentarios:

El programa admite los polinomios de 2, 3, 4 y 5 grado sin comprobar si el orden de introducción de los mismos es válido.

El programa precisa que para estos polinomios el término constante a_0 sea distinto a cero. (Si a_0 es 0, entonces 0 será una raíz real. Reduzca el polinomio de un grado descomponiendo el factor x).

El programa *no* almacena el grado ni los coeficientes.

Debido a los errores de redondeo en los cálculos numéricos, el programa puede generar valores que no sean las verdaderas raíces del polinomio. La única forma de poder confirmar las raíces es calcular el polinomio manualmente y ver si las raíces son iguales a cero.

Para los polinomios de tercer grado o superiores, si SOLVE no puede encontrar una raíz real, aparecerá el mensaje de error `DIVIDE BY 0`.

Para ahorrar tiempo y memoria, omita las rutinas que no necesite.

Si no está resolviendo polinomios de quinto grado, puede omitir la rutina E. Si no está resolviendo polinomios de cuarto o quinto grado, puede omitir las rutinas D, E y F. Si no está resolviendo polinomios de ~~tercero, cuarto o quinto grado, puede omitir las rutinas C, D, E y F.~~

Instrucciones del programa:

- 1. Pulse **↩** **CLEAR** {ALL} para borrar todos los programas y variables. La ejecución de este programa precisa toda la memoria, excepto 2 bytes.
- 2. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **C**.
- 3. Pulse **XEQ** P para comenzar la búsqueda de la raíz del polinomio.
- 4. Introduzca F , el grado del polinomio, y pulse **R/S**.
- 5. Tras cada solicitud, teclee el coeficiente y pulse **R/S**. No se solicitará que introduzca el coeficiente de grado más alto, ya que se asume que es 1. Deberá introducir 0 para los coeficientes que sean 0. El coeficiente A no debe ser 0.

| Grado | Términos y coeficientes | | | | | |
|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-----|----------|
| | x^5 | x^4 | x^3 | x^2 | x | Constan. |
| 5 | 1 | E | D | C | B | A |
| 4 | | 1 | D | C | B | A |
| 3 | | | 1 | C | B | A |
| 2 | | | | 1 | B | A |

- 6. Después de haber introducido los coeficientes, se calculará la primera raíz. Una raíz real se visualizará como $\text{X}=\text{valor real}$. Una raíz compleja se visualizará como $\text{X}=\text{parte real}$. (Las raíces complejas se presenta siempre en pares de la forma $u \pm iv$, y se etiquetan en la salida como $\text{X}=\text{parte real}$ y $i=\text{parte imaginaria}$, como se indica en el siguiente paso).
- 7. Pulse **R/S** repetidas veces para ver las demás raíces o para ver $i=\text{parte imaginaria}$, la parte imaginaria de una raíz compleja. El grado del polinomio será el mismo que el número de palabras que tenga.
- 8. Para un polinomio nuevo, vaya al paso 3.

Variables utilizadas:

| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| A a E | Coeficientes del polinomio; provisionales. |
| F | Grado del polinomio; provisional. |
| G | Provisional. |
| H | Puntero para los coeficientes del polinomio. |
| X | El valor de una raíz real o la parte real de una raíz compleja. |
| i | La parte imaginaria de una raíz compleja; utilizada también como variable de índice. |

Ejemplo 1:

Encuentre las raíces de:

$$x^5 - x^4 - 101x^3 + 101x^2 + 100x - 100 = 0 .$$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------|
| $\boxed{\text{XEQ}}$ P | $F?valor$ | Comienza la búsqueda de la raíz del polinomio; solicita el grado. |
| 5 $\boxed{\text{R/S}}$ | $E?valor$ | Almacena 5 en F ; solicita el valor de E . |
| 1 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$ | $D?valor$ | Almacena -1 en E ; solicita el valor de D . |
| 101 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$ | $C?valor$ | Almacena -101 en D ; solicita el valor de C . |
| 101 $\boxed{\text{R/S}}$ | $B?valor$ | Almacena 101 en C ; solicita el valor de B . |
| 100 $\boxed{\text{R/S}}$ | $A?valor$ | Almacena 100 en B ; solicita el valor de A . |
| 100 $\boxed{+/-}$ $\boxed{\text{R/S}}$ | $X=1.0000$ | Almacena -100 en A ; calcula la primera raíz. |
| $\boxed{\text{R/S}}$ | $X=1.0000$ | Calcula la segunda raíz. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------|------------|--------------------------|
| (R/S) | X=10.0000 | Calcula la tercera raíz. |
| (R/S) | X=-10.0000 | Calcula la cuarta raíz. |
| (R/S) | X=-1.0000 | Calcula la quinta raíz. |

Ejemplo 2:

Encuentre las raíces de $4x^4 - 8x^3 - 13x^2 - 10x + 22 = 0$. Dado que el coeficiente del término del grado más alto debe ser 1, divida ese coeficiente en cada uno de los demás coeficientes.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|
| (XEQ) P | F?valor | Comienza la búsqueda de la raíz del polinomio; solicita el grado. |
| 4 (R/S) | D?valor | Almacena 4 en <i>F</i> ; solicita el valor de <i>D</i> . |
| 8 (+/-) (ENTER) 4 (÷) (R/S) | C?valor | Almacena -8/4 en <i>D</i> ; solicita el valor de <i>C</i> . |
| 13 (+/-) (ENTER) 4 (÷) (R/S) | E?valor | Almacena -13/4 en <i>C</i> ; solicita el valor de <i>B</i> . |
| 10 (+/-) (ENTER) 4 (÷) (R/S) | A?valor | Almacena -10/4 en <i>B</i> ; solicita el valor de <i>A</i> . |
| 22 (ENTER) 4 (÷) (R/S) | X=0.8820 | Almacena 22/4 en <i>A</i> ; calcula la primera raíz. |
| (R/S) | X=3.1180 | Calcula la segunda raíz. |
| (R/S) | X=-1.0000 | Muestra la parte real de la tercera raíz. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------|-----------|-------------------------------------------------|
| (R/S) | i=1.0000 | Muestra la parte imaginaria de la tercera raíz. |
| (R/S) | X=-1.0000 | Muestra la parte real de la cuarta raíz. |
| (R/S) | i=-1.0000 | Muestra la parte imaginaria de la cuarta raíz. |

Las raíces tercera y cuarta son $-1.00 \pm 1.00 i$.

Ejemplo 3:

Encuentre las raíces del siguiente polinomio cuadrático:

$$x^2 + x - 6 = 0$$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|
| (XEQ) P | F?valor | Comienza la búsqueda de la raíz del polinomio; solicita el grado. |
| 2 (R/S) | E?valor | Almacena 2 en <i>F</i> ; solicita el valor de <i>B</i> . |
| 1 (R/S) | H?valor | Almacena 1 en <i>B</i> ; solicita el valor de <i>A</i> . |
| 6 (+/-) (R/S) | X=-3.0000 | Almacena -6 en <i>A</i> ; calcula la primera raíz. |
| (R/S) | X=2.0000 | Calcula la segunda raíz. |

Transformaciones de coordenadas

Este programa permite trasladar y rotar coordenadas bidimensionales.

Las siguientes fórmulas se utilizan para convertir un punto P del par de coordenadas cartesianas (x, y) del sistema anterior al par (u, v) del sistema nuevo de traslado y rotación.

$$u = (x - m) \cos \theta + (y - n) \sin \theta$$

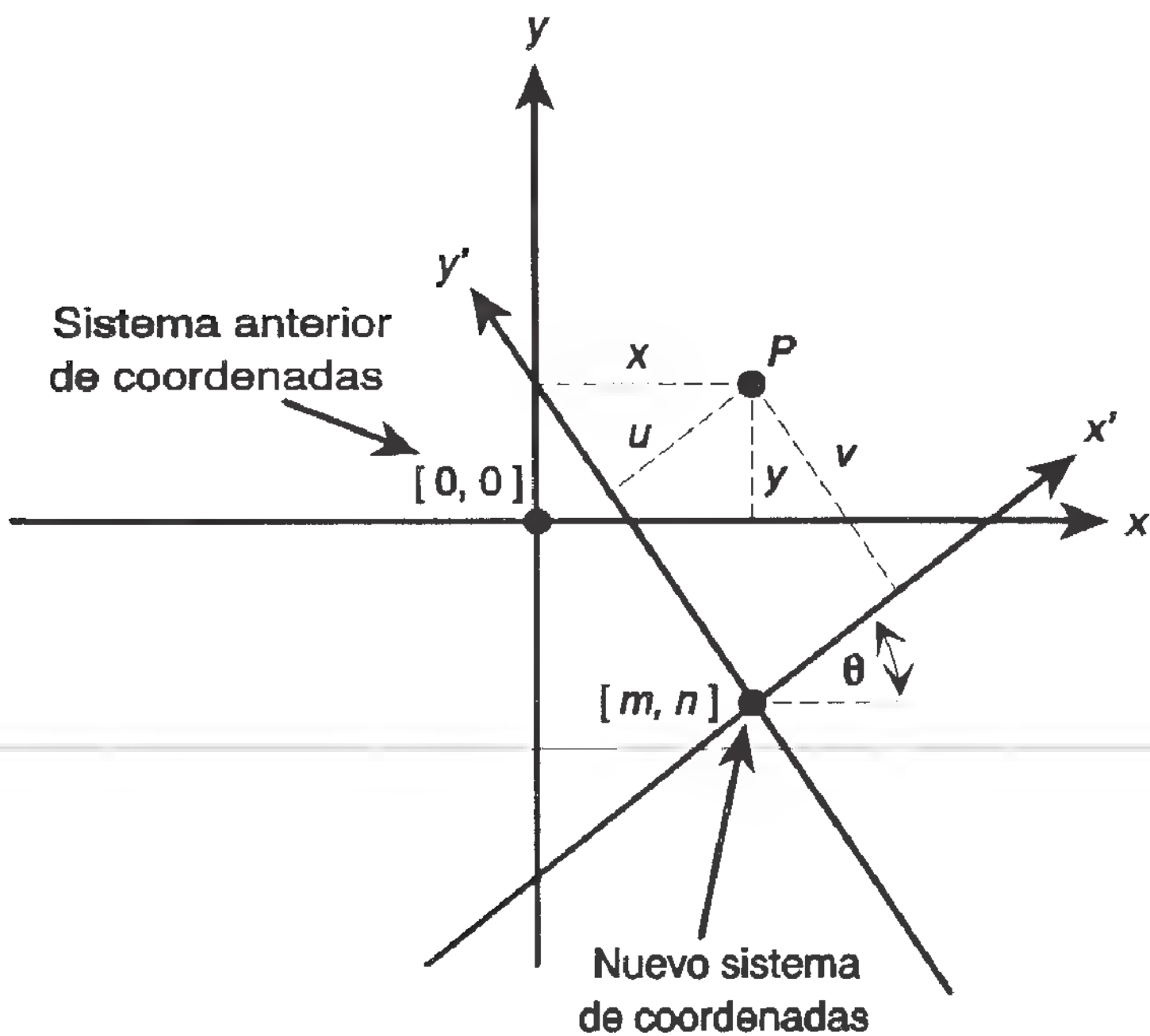
$$v = (y - n) \cos \theta - (x - m) \sin \theta$$

La transformación inversa se realiza con las siguientes fórmulas.

$$x = u \cos \theta - v \sin \theta + m$$

$$y = u \sin \theta + v \cos \theta + n$$

Las funciones complejas y de transformación de polar a rectangular de la calculadora HP 32SII ejecutan estos cálculos de forma directa.



Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D01 LBL D | Esta rutina define el nuevo sistema de coordenadas. |
| D02 INPUT M | Solicita y almacena M , la coordenada x de origen nuevo. |
| D03 INPUT N | Solicita y almacena N , la coordenada y de origen nuevo. |
| D04 INPUT T | Solicita y almacena T , el ángulo θ . |
| D05 GTO D | Realiza una iteración para revisar las entradas. |
| Verificación y longitud: 2ED3 007.5 | |
| N01 LBL N | Esta rutina convierte del sistema anterior a sistema nuevo. |
| N02 INPUT X | Solicita y almacena X , la coordenada x anterior. |
| N03 INPUT Y | Solicita y almacena Y , la coordenada y anterior. |
| N04 RCL X | Apila Y y recupera X en el registro X . |
| N05 RCL N | Apila X e Y y recupera N en el registro X . |
| N06 RCL M | Apila N , X e Y y recupera M . |
| N07 CMPLX- | Calcula $(X-M)$ y $(Y-N)$. |
| N08 RCL T | Apila $(X-M)$ y $(Y-N)$ y recupera T . |
| N09 +/- | Cambia el signo de T porque $\text{sen}(-T)$ es igual a $-\text{sen}(T)$. |
| N10 1 | Define el radio con el valor 1 para el cálculo de $\text{cos}(T)$ y $-\text{sen}(T)$. |
| N11 $\theta, r \rightarrow x, y$ | Calcula $\text{cos}(T)$ y $-\text{sen}(T)$ en los registros X e Y . |
| N12 CMPLX* | Calcula $(X-M) \text{cos}(T) + (Y-N) \text{sen}(T)$ y $(Y-N) \text{cos}(T) - (X-M) \text{sen}(T)$. |
| N13 STO U | Almacena la coordenada x en la variable U . |
| N14 $x \leftrightarrow y$ | Intercambia las posiciones de las coordenadas. |
| N15 STO V | Almacena la coordenada y en la variable V . |
| N16 $x \leftrightarrow y$ | Vuelve a intercambiar las posiciones de las coordenadas. |
| N17 VIEW U | Interrumpe el programa para mostrar U . |
| N18 VIEW V | Interrumpe el programa para mostrar V . |
| N19 GTO N | Regresa para realizar otro cálculo. |
| Verificación y longitud: 3A46 028.5 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 001 LBL 0 | Esta rutina convierte del sistema nuevo al sistema antiguo. |
| 002 INPUT U | Solicita y almacena U . |
| 003 INPUT V | Solicita y almacena V . |
| 004 RCL U | Apila V y recupera U . |
| 005 RCL T | Apila U y V y recupera T . |
| 006 1 | Define el radio con el valor 1 para el cálculo de $\text{sen}(T)$ y $\text{cos}(T)$. |
| 007 $\theta, r \rightarrow y, x$ | Calcula $\text{cos}(T)$ y $\text{sen}(T)$. |
| 008 CMPLX \times | Calcula $U \cos(T) - V \text{sen}(T)$ y $U \text{sen}(T) + V \cos(T)$. |
| 009 RCL N | Apila los resultados anteriores y recupera N . |
| 010 RCL M | Apila los resultados y recupera M . |
| 011 CMPLX $+$ | Termina el cálculo sumando M y N a los resultados anteriores. |
| 012 STO X | Almacena la coordenada x en la variable X . |
| 013 $x \leftrightarrow y$ | Intercambia las posiciones de las coordenadas. |
| 014 STO Y | Almacena la coordenada y en la variable Y . |
| 015 $x \leftrightarrow y$ | Vuelve a intercambiar las posiciones de las coordenadas. |
| 016 VIEW X | Interrumpe el programa para mostrar X . |
| 017 VIEW Y | Interrumpe el programa para mostrar Y . |
| 018 GTO 0 | Regresa para realizar otro cálculo. |
| Verificación y longitud: 7C14 027.0 | |

Indicadores utilizados:

Ninguno.

Memoria necesaria:

119 bytes: 63 para el programa, 56 para las variables.

Instrucciones del programa:

1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **C**.
2. Pulse **XEQ** D para comenzar la secuencia de solicitudes que define la transformación de las coordenadas.
3. Introduzca la coordenada x del origen del nuevo sistema M y pulse **R/S**.
4. Introduzca la coordenada y del origen del nuevo sistema N y pulse **R/S**.
5. Introduzca el ángulo de rotación T y pulse **R/S**.
6. Para convertir del sistema anterior al sistema nuevo, continúe con el paso 7. Para convertir del sistema nuevo al anterior, vaya al paso 12.
7. Pulse **XEQ** N para comenzar la rutina de transformación del sistema antiguo al nuevo.
8. Introduzca X y pulse **R/S**.
9. Introduzca Y , pulse **R/S** y verá la coordenada x , U , en el nuevo sistema.
10. Pulse **R/S** y verá la coordenada y , V , en el nuevo sistema.
11. Si desea realizar otra transformación del sistema anterior al nuevo, pulse **R/S** y vaya al paso 8. Si desea realizar una transformación del sistema nuevo al anterior, continúe con el paso 12.
12. Pulse **XEQ** O para comenzar la rutina de transformación del sistema nuevo al anterior.
13. Introduzca U (la coordenada x en el sistema nuevo) y pulse **R/S**.
14. Introduzca V (la coordenada y en el sistema nuevo) y pulse **R/S** para ver X .
15. Pulse **R/S** para ver Y .
16. Si desea realizar otra transformación del sistema nuevo al anterior, pulse **R/S** y vaya al paso 13. Para realizar una transformación del sistema anterior al nuevo, vaya al paso 7.

Variables utilizadas:

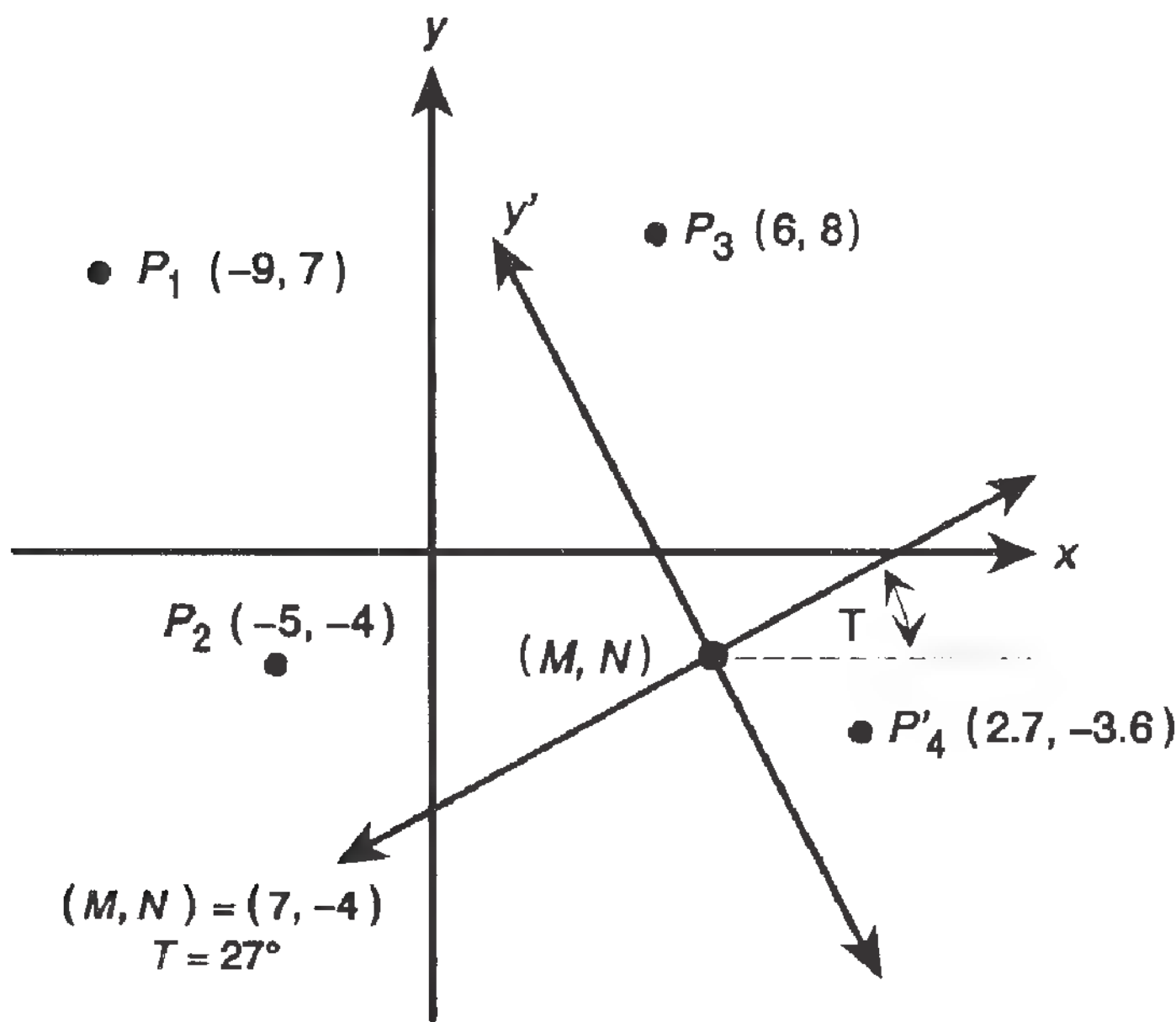
| | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|
| M | La coordenada x del origen del sistema nuevo. |
| N | la coordenada y del origen de sistema nuevo. |
| T | El ángulo de rotación, θ , entre el sistema anterior y el nuevo. |
| X | La coordenada x de un punto en el sistema antiguo.. |
| Y | La coordenada y de un punto en el sistema antiguo. |
| U | La coordenada x de un punto en el sistema nuevo. |
| V | La coordenada y de un punto en el sistema nuevo. |

Comentarios:

Si desea realizar sólo la conversión, introduzca cero para T . Si desea realizar sólo la rotación, introduzca cero para M y N .

Ejemplo:

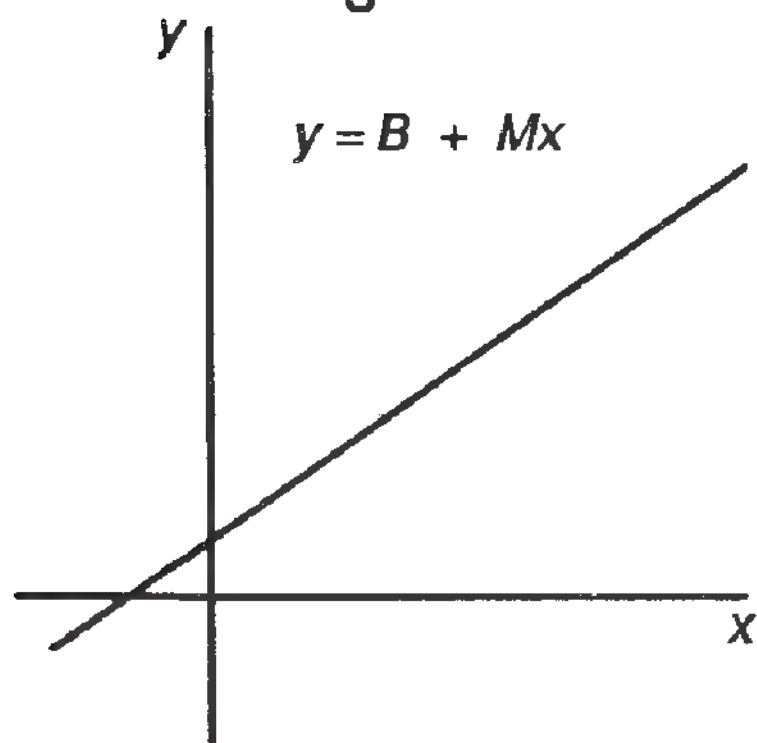
En los siguientes sistemas de coordenadas, convierta los puntos P_1 , P_2 y P_3 , que actualmente se encuentran en el sistema (X, Y) , en puntos del sistema (X', Y') . Convierta el punto P'_4 , que se encuentra en el sistema (X', Y') , al sistema (X, Y) .



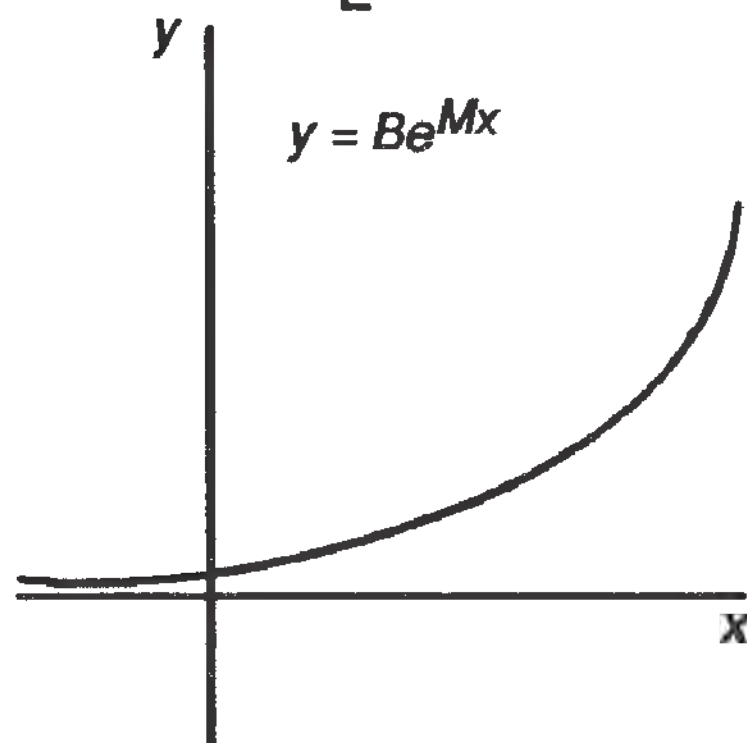
| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| \leftarrow MODES {DG} | | Establece el modo de Grados sexagesimales, ya que T se define en grados. |
| XEQ D | M?valor | Comienza la rutina que define la transformación. |
| 7 R/S | N?valor | Almacena 7 en M . |
| 4 +/- R/S | T?valor | Almacena -4 en N . |
| 27 R/S | M?7.0000 | Almacena 27 en T . |

| | | |
|---------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| XEQ N | X?valor | Comienza la rutina de conversión del sistema anterior al nuevo. |
| 9 +/- R/S | Y?valor | Almacena -9 en X. |
| 7 R/S | U=-9.2622 | Almacena 7 en Y y calcula U. |
| R/S | V=17.0649 | Calcula V. |
| R/S | X?-9.0000 | Reanuda la rutina de conversión del sistema anterior al nuevo para el siguiente problema. |
| 5 +/- R/S | Y?7.0000 | Almacena -5 en X. |
| 4 +/- R/S | U=-10.6921 | Almacena -4 en Y. |
| R/S | V=5.4479 | Calcula V. |
| R/S | X?-5.0000 | Reanuda la rutina de conversión del sistema anterior al nuevo para el siguiente problema. |
| 6 R/S | Y?-4.0000 | Almacena 6 en X. |
| 8 R/S | U=4.5569 | Almacena 8 en Y y calcula U. |
| R/S | V=11.1461 | Calcula V. |
| XEQ O | U?4.5569 | Comienza la rutina de conversión del sistema nuevo al anterior. |
| 2.7 R/S | V?11.1461 | Almacena 2.7 en U. |
| 3.6 +/- R/S | X=11.0401 | Almacena -3.6 en V y calcula X. |
| R/S | Y=-5.9818 | Calcula Y. |

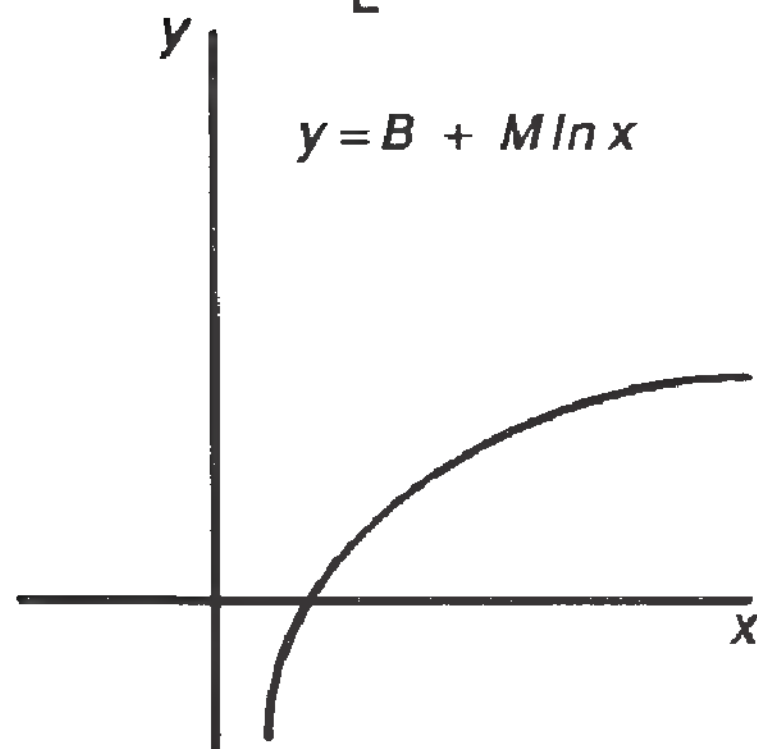
Ajuste de línea recta
S



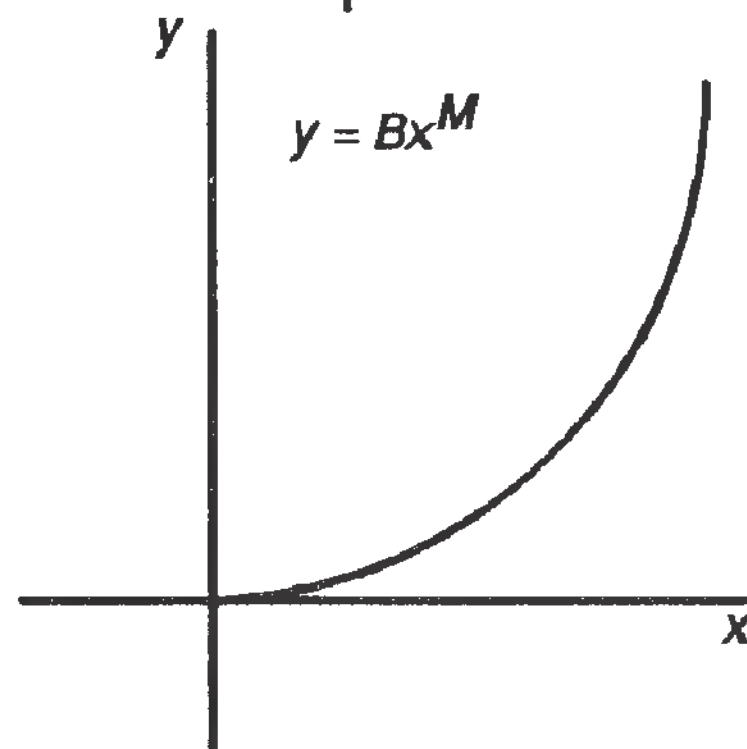
Ajuste de curva exponencial
E



Ajuste de curva logarítmica
L



Ajuste de curva potencial
P



Para ajustar las curvas logarítmicas, los valores de x deben ser positivos. Para ajustar las curvas exponenciales, los valores y deben ser positivos. Para ajustar las curvas potenciales, ambos valores x e y deben ser positivos. Si introduce un número negativo, aparecerá el mensaje de error LOG(NEG).

Los valores de los datos de magnitud amplia, pero con pequeñas diferencias, pueden ocasionar problemas de precisión, del mismo modo que los datos cuyas magnitudes sean muy distintas. Consulte la sección "Limitaciones en la precisión de los datos" del capítulo 11.

Programas de estadísticas

Ajuste de curvas

Este programa se puede utilizar para ajustar a sus datos uno de los cuatro modelos de ecuaciones. Estos modelos son la línea curva, la curva logarítmica, la curva exponencial y la curva potencial. El programa admite dos o más pares de datos (x, y) y calcula el coeficiente de correlación, r , y los dos coeficientes de regresión, m y b . El programa incluye una rutina para calcular las estimaciones \hat{x} y \hat{y} . (Para las definiciones de estos valores, consulte la sección “Regresión lineal” del capítulo 11).

A continuación se muestran algunos ejemplos de curvas y ecuaciones aplicables. Las funciones de regresión interna de la calculadora HP 32SII se utilizan para calcular los coeficientes de regresión.

Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S01 LBL S | Esta rutina define el estado del modelo de línea recta. |
| S02 1 | Introduce valor de índice para el almacenamiento posterior en i (para el direccionamiento indirecto). |
| S03 CF 0 | Borra el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| S04 CF 1 | Borra el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| S05 GTO Z | Se bifurca hacia el punto de entrada común Z. |
| Verificación y longitud: EBD2 007.5 | |
| L01 LBL L | Esta rutina define el estado del modelo logarítmico. |
| L02 2 | Introduce el valor de índice para el almacenamiento posterior en i (para el direccionamiento indirecto). |
| L03 SF 0 | Fija el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| L04 CF 1 | Borra el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| L05 GTO Z | Se bifurca hacia el punto de entrada común Z. |
| Verificación y longitud: 7462 007.5 | |
| E01 LBL E | Esta rutina define el estado del modelo exponencial. |
| E02 3 | Introduce el valor de índice para el almacenamiento posterior en i (para el direccionamiento indirecto). |
| E03 CF 0 | Borra el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| E04 SF 1 | Fija el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| E05 GTO Z | Se bifurca hacia el punto de entrada común Z. |
| Verificación y longitud: DCEA 007.5 | |
| P01 LBL P | Esta rutina define el estado del modelo potencial. |
| P02 4 | Introduce el valor de índice para el almacenamiento posterior en i (para el direccionamiento indirecto). |
| P03 SF 0 | Fija el indicador 0, el indicador para $\ln X$. |
| P04 SF 1 | Fija el indicador 1, el indicador para $\ln Y$. |
| Verificación y longitud: F399 006.0 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Z01 LBL Z | Define el punto de entrada común para todos los modelos. |
| Z02 CLZ | Borra los registros de estadísticas. |
| Z03 STO i | Almacena el valor de índice en <i>i</i> para el direccionamiento indirecto. |
| Z04 0 | Iguala a cero el contador de iteración para la primera entrada. |
| Verificación y longitud: 8C2F 006.0 | |
| W01 LBL W | Define el principio de la iteración de entrada. |
| W02 1 | Iguala a uno el contador de iteración para solicitar la entrada. |
| W03 + | |
| W04 STO X | Almacena el contador de iteración en <i>X</i> para que aparezca con la solicitud de <i>X</i> . |
| W05 INPUT X | Muestra el contador con la solicitud y almacena la entrada de <i>X</i> . |
| W06 FS? 0 | Si el indicador 0 está fijado ... |
| W07 LN | ... toma el logaritmo natural de la entrada de <i>X</i> . |
| W08 STO B | Almacena ese valor para la rutina de corrección. |
| W09 INPUT Y | Solicita y almacena <i>Y</i> . |
| W10 FS? 1 | Si el indicador 1 está fijado ... |
| W11 LN | ... toma el logaritmo natural de la entrada de <i>Y</i> . |
| W12 STO R | |
| W13 RCL B | |
| W14 Σ+ | Acumula <i>B</i> y <i>R</i> como par de datos <i>x,y</i> en los registros de estadísticas. |
| W15 GTO W | Realiza una iteración para otro par <i>X, Y</i> . |
| Verificación y longitud: AAD5 022.5 | |
| U01 LBL U | Define el principio de la rutina “anular”. |
| U02 RCL R | Recupera el par de datos más reciente. |
| U03 RCL B | |
| U04 Σ- | Borra este par desde la acumulación estadística. |
| U05 GTO W | Realiza una iteración para otro par <i>X, Y</i> . |
| Verificación y longitud: AFAA 007.5 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| R01 LBL R | Define el comienzo de la rutina de salida. |
| R02 r | Calcula el coeficiente de correlación. |
| R03 STO R | Lo almacena en R . |
| R04 VIEW R | Muestra el coeficiente de correlación. |
| R05 b | Calcula el coeficiente b . |
| R06 FS? 1 | Si el indicador 1 está fijado, toma el antilogaritmo natural de b . |
| R07 e^x | |
| R08 STO B | Almacena b en B . |
| R09 VIEW B | Muestra el valor. |
| R10 m | Calcula el coeficiente m . |
| R11 STO M | Almacena m en M . |
| R12 VIEW M | Muestra el valor. |
| Verificación y longitud: EBF3 018.0 | |
| Y01 LBL Y | Define el principio de la iteración de estimación (proyección). |
| Y02 INPUT X | Muestra, solicita y, si ha cambiado, almacena el valor x en X . |
| Y03 XEQ(i) | Llama a la subrutina para calcular \hat{y} . |
| Y04 STO Y | Almacena el valor \hat{y} en Y . |
| Y05 INPUT Y | Muestra, solicita y, si ha cambiado, almacena el valor y en Y . |
| Y06 6 | |
| Y07 STO+ i | Ajusta el valor de índice para dirigirse a la subrutina apropiada. |
| Y08 XEQ(i) | Llama a la subrutina para calcular \hat{x} . |
| Y09 STO X | Almacena \hat{x} en X para la siguiente iteración. |
| Y10 GTO Y | Realiza una iteración para otra estimación. |
| Verificación y longitud: BA07 015.0 | |
| A01 LBL A | Esta subrutina calcula \hat{y} para el modelo de línea recta. |
| A02 RCL M | |
| A03 RCL× X | |
| A04 RCL+ B | Calcula $\hat{y} = MX + B$. |
| A05 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 2FDA 007.5 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| G01 LBL G | Esta subrutina calcula \hat{x} para el modelo de línea recta. |
| G02 STO- i | Recupera el valor original del valor de índice. |
| G03 RCL Y | |
| G04 RCL- B | |
| G05 RCL÷ M | Calcula $\hat{x} = (Y - B) \div M$. |
| G06 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 0D3F 009.0 | |
| B01 LBL B | Esta subrutina calcula \hat{y} para el modelo logarítmico. |
| B02 RCL X | |
| B03 LN | |
| B04 RCL× M | |
| B05 RCL+ B | Calcula $\hat{y} = M \ln X + B$. |
| B06 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 7AB7 009.0 | |
| H01 LBL H | Esta subrutina calcula \hat{x} para el modelo logarítmico. |
| H02 STO- i | Recupera el valor original del valor de índice. |
| H03 RCL Y | |
| H04 RCL- B | |
| H05 RCL÷ M | |
| H06 e ^x | Calcula $\hat{x} = e^{(Y - B) \div M}$. |
| H07 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: B00D 010.5 | |
| C01 LBL C | Esta subrutina calcula \hat{y} para el modelo exponencial. |
| C02 RCL M | |
| C03 RCL× X | |
| C04 e ^x | |
| C05 RCL× B | Calcula $\hat{y} = Be^{MX}$. |
| C06 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: AA19 009.0 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| I01 LBL I | Esta subrutina calcula \hat{x} para el modelo exponencial. |
| I02 STO- i | Recupera el valor original del valor de índice. |
| I03 RCL Y | |
| I04 RCL÷ B | |
| I05 LN | |
| I06 RCL÷ M | Calcula $\hat{x} = (\ln(Y \div B)) \div M$. |
| I07 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 7D3B 010.5 | |
| D01 LBL D | Esta subrutina calcula \hat{y} para el modelo potencial. |
| D02 RCL X | |
| D03 RCL M | |
| D04 y^x | |
| D05 RCL× B | Calcula $Y = B(X^M)$. |
| D06 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 30CD 009.0 | |
| J01 LBL J | Esta subrutina calcula \hat{x} para el modelo potencial. |
| J02 STO- i | Recupera el valor original del valor de índice. |
| J03 RCL Y | |
| J04 RCL÷ B | |
| J05 RCL M | |
| J06 $1/x$ | |
| J07 y^x | Calcula $\hat{x} = (Y/B)^{1/M}$. |
| J08 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 7139 012.0 | |

Indicadores utilizados:

El indicador 0 se fija si el logaritmo natural es necesario para la entrada de X . El indicador 1 se fija si el logaritmo natural es necesario para la entrada de Y .

Memoria necesaria:

270 bytes: 174 para el programa, 96 para los datos (registros de estadísticas 48).

Instrucciones del programa:

1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **(C)**.
2. Pulse **(XEQ)** y seleccione el tipo de curva que desea ajustar pulsando:
 - S para una línea recta;
 - L para una curva logarítmica;
 - E para una curva exponencial; ó
 - P para una curva potencial.
3. Introduzca el valor de x y pulse **(R/S)**.
4. Introduzca el valor de y y pulse **(R/S)**.
5. Repita los pasos 3 y 4 para cada par de datos. Si se da cuenta que ha cometido un error después de haber pulsado **(R/S)** en el paso 3 (con la solicitud $Y?valor$ todavía visible), pulse **(R/S)** de nuevo (aparecerá la solicitud $X?valor$) y pulse **(XEQ)** U para *anular* (borrar) el último par de datos. Si se da cuenta que ha cometido un error después del paso 4, pulse **(XEQ)** U. En ambos casos, continúe desde el paso 3.
6. Después de haber introducido todos los datos, pulse **(XEQ)** R para ver el coeficiente de correlación, R .
7. Pulse **(R/S)** para ver el coeficiente de regresión B .
8. Pulse **(R/S)** para ver el coeficiente de regresión M .
9. Pulse **(R/S)** para ver la solicitud $X?valor$ para la rutina de las estimaciones \hat{x} -, \hat{y} .
10. Si desea encontrar la estimación de \hat{y} basándose en x , teclee x tras la solicitud $X?valor$ y a continuación pulse **(R/S)** para que aparezca \hat{y} ($Y?$).
11. Si desea encontrar la estimación de \hat{x} basándose en y , pulse **(R/S)** hasta que aparezca la solicitud $Y?valor$, teclee y y a continuación pulse **(R/S)** para que aparezca \hat{x} ($X?$).
12. Si desea encontrar más estimaciones, vaya al paso 10 ó 11.
13. Si desea introducir un nuevo caso, vaya al paso 2.

Variables utilizadas:

| | |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>B</i> | Coeficiente de regresión (interceptación <i>y</i> de una línea recta); utilizada también de forma provisional. |
| <i>M</i> | Coeficiente de regresión (pendiente de una línea recta). |
| <i>R</i> | Coeficiente de correlación; utilizada también de forma provisional. |
| <i>X</i> | El valor <i>x</i> de un par de datos al introducir los datos; la <i>x</i> hipotética al proyectar \hat{y} ; ó \hat{x} (estimación de <i>x</i>) cuando existe una <i>y</i> hipotética. |
| <i>Y</i> | El valor <i>y</i> de un par de datos al introducir los datos; la <i>y</i> hipotética al proyectar \hat{x} ; ó \hat{y} (estimación de <i>y</i>) cuando existe una <i>x</i> hipotética. |
| <i>i</i> | Variable de índice utilizada para dirigirse indirectamente hacia la ecuación de proyección \hat{x} -, \hat{y} correcta. |
| Registros de estadísticas | Acumulación y cálculo estadístico. |

Ejemplo 1:

Ajuste una línea recta a los siguientes datos. Cometa un error intencional cuando introduzca el tercer par de datos y corrija-lo con la rutina de anulación. Asimismo, encuentre la estimación de *y* para un valor *x* igual a 37. Encuentre la estimación de *x* para un valor *y* igual a 101.

| | | | | | | |
|----------|-------|------|------|------|------|------|
| X | 40.5 | 38.6 | 37.9 | 36.2 | 35.1 | 34.6 |
| Y | 104.5 | 102 | 100 | 97.5 | 95.5 | 94 |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|------------|------------------------------------------|
| XEQ S | X?1.0000 | Comienza la rutina de línea recta. |
| 40.5 R/S | Y?valor | Introduce el valor x del par de datos. |
| 104.5 R/S | X?2.0000 | Introduce el valor y del par de datos. |
| 38.6 R/S | Y?104.5000 | Introduce el valor x del par de datos. |
| 102 R/S | X?3.0000 | Introduce el valor y del par de datos. |

Introduzca intencionalmente 379 en vez de 37.9, para practicar la corrección de entradas erróneas.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------|------------|---------------------------------------------------------------|
| 379 R/S | Y?102.0000 | Introduce el valor x erróneo del par de datos. |
| R/S | X?4.0000 | Recupera la solicitud X?. |
| XEQ U | X?3.0000 | Borra el último par. Introduzca ahora los datos correctos. |
| 37.9 R/S | Y?102.0000 | Introduce el valor x correcto del par de datos. |
| 100 R/S | X?4.0000 | Introduce el valor y del par de datos. |
| 36.2 R/S | Y?100.0000 | Introduce el valor x del par de datos. |
| 97.5 R/S | X?5.0000 | Introduce el valor y del par de datos. |
| 35.1 R/S | Y?97.5000 | Introduce el valor x del par de datos. |
| 95.5 R/S | X?6.0000 | Introduce el valor y del par de datos. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------|-----------|-------------------------------------------|
| 34.6 (R/S) | Y?95.5000 | Introduce el valor x del par de datos. |
| 94 (R/S) | X?7.0000 | Introduce el valor y del par de datos. |
| (XEQ) R | R=0.9955 | Calcula el coeficiente de correlación. |
| (R/S) | B=33.5271 | Calcula el coeficiente de regresión B . |
| (R/S) | M=1.7601 | Calcula el coeficiente de regresión M . |
| (R/S) | X?7.0000 | Solicita el valor x hipotético. |
| 37 (R/S) | Y?98.6526 | Almacena 37 en X y calcula \hat{y} . |
| 101 (R/S) | X?38.3336 | Almacena 101 en Y y calcula \hat{x} . |

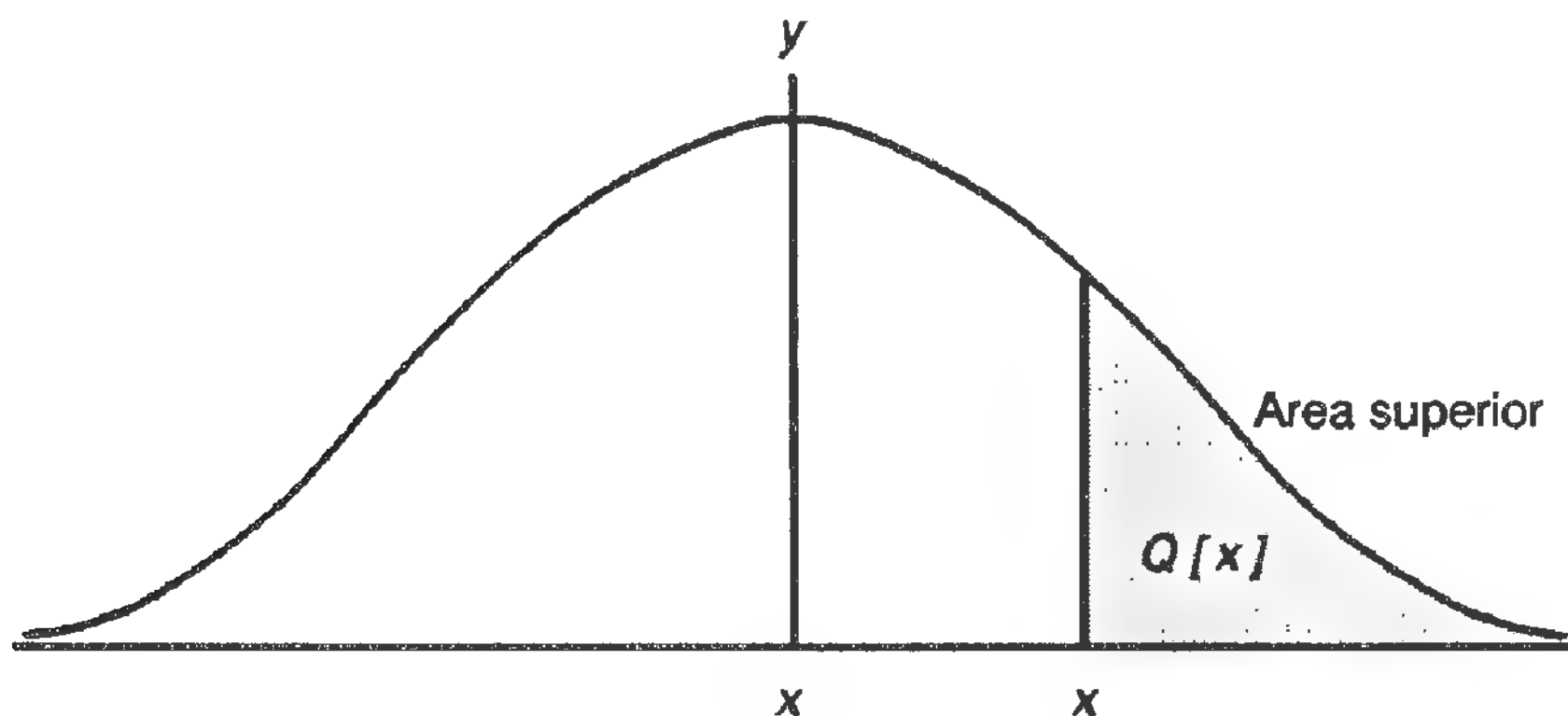
Ejemplo 2:

Repita el ejemplo 1 (utilizando los mismos datos) para el ajuste de una curva logarítmica, exponencial y potencial. En la siguiente tabla se indica la etiqueta inicial de ejecución y los resultados (los coeficientes de correlación y de regresión y las estimaciones x e y) para cada tipo de curva. Tendrá que volver a introducir los valores de los datos cada vez que ejecute el programa para el ajuste de una curva distinta.

| | Logarítmica | Exponencial | Potencial |
|----------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Para comenzar: | <input type="text"/> XEQ L | <input type="text"/> XEQ E | <input type="text"/> XEQ P |
| R | 0.9965 | 0.9945 | 0.9959 |
| B | -139.0088 | 51.1312 | 8.9730 |
| M | 65.8446 | 0.0177 | 0.6640 |
| Y (\hat{y} cuando $X=37$) | 98.7508 | 98.5870 | 98.6845 |
| X (\hat{x} cuando $Y=101$) | 38.2857 | 38.3628 | 38.3151 |

Distribuciones normal e inversa-normal

La distribución normal se utiliza con frecuencia para generar un modelo de comportamiento de una variación arbitraria respecto a una media. En este modelo se asume que la distribución de muestra es simétrica respecto a la media, M , con una desviación estándar, S , y que se aproxima a la curva con forma de campana que se muestra a continuación. Teniendo un valor x , este programa calcula la probabilidad de que una selección arbitraria de los datos de muestra tenga un valor superior. Esto se denomina área superior, $Q(x)$. Este programa proporciona también el inverso: dado un valor $Q(x)$, el programa calcula el valor x correspondiente.



$$Q(x) = 0.5 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{\bar{x}}^x e^{-((x - \bar{x}) \div \sigma)^2 \div 2} dx$$

Este programa utiliza la opción de integración interna de la calculadora HP 32SII para integrar la ecuación de la curva de frecuencia normal. El inverso se obtiene utilizando el método de Newton para buscar iterativamente un valor de x que da como resultado la probabilidad dada $Q(x)$.

Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| S01 LBL S | Esta rutina inicializa el programa de desviación estándar. |
| S02 0 | Almacena el valor por defecto de la media. |
| S03 STO M | |
| S04 INPUT M | Solicita y almacena la media, M . |
| S05 1 | Almacena el valor por defecto de la desviación estándar. |
| S06 STO S | |
| S07 INPUT S | Solicita y almacena la desviación estándar, S . |
| S08 RTN | Interrumpe la presentación del valor de la desviación estándar. |
| Verificación y longitud: E5FA 012.0 | |
| D01 LBL D | Esta rutina calcula $Q(X)$ teniendo el valor de X . |
| D02 INPUT X | Solicita y almacena X . |
| D03 XEQ Q | Calcula el área superior de la curva. |
| D04 STO Q | Almacena el valor en Q para que la función VIEW lo muestre en pantalla. |
| D05 VIEW Q | Muestra $Q(X)$. |
| D06 GTO D | Realiza una iteración para calcular otro $Q(X)$. |
| Verificación y longitud: 2D6A 009.0 | |
| I01 LBL I | Esta rutina calcula X teniendo el valor de $Q(X)$. |
| I02 INPUT Q | Solicita y almacena $Q(X)$. |
| I03 RCL M | Recupera la media. |
| I04 STO X | Almacena la media como estimación de X , denominada $X_{\text{estimación}}$. |
| Verificación y longitud: 35BF 006.0 | |
| T01 LBL T | Esta etiqueta define el principio de la iteración iterativa. |
| T02 XEQ 0 | Calcula $(Q(X_{\text{estimación}}) - Q(X))$. |
| T03 RCL- Q | |
| T04 RCL X | |
| T05 STO D | |
| T06 R+ | |
| T07 XEQ F | Calcula la derivada de $X_{\text{estimación}}$. |
| T08 RCL÷ T | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T09 ÷ | Calcula la corrección de $X_{\text{estimación}}$. |
| T10 STO+ X | Suma la corrección para proporcionar una nueva $X_{\text{estimación}}$. |
| T11 ABS | |
| T12 0.0001 | |
| T13 x<y? | Comprueba si la corrección es significativa. |
| T14 GTO T | Vuelve el principio de la iteración si la corrección es significativa. Continúa si la corrección no es significativa. |
| T15 RCL X | |
| T16 VIEW X | Muestra el valor calculado de X . |
| T17 GTO I | Realiza otra iteración para calcular otro X . |
| Verificación y longitud: C2AD 033.5 | |
| Q01 LBL Q | Esta subrutina calcula el área superior $Q(x)$. |
| Q02 RCL M | Recupera el límite inferior de integración. |
| Q03 RCL X | Recupera el límite superior de integración. |
| Q04 FN= F | Selecciona la función definida por LBL F para la integración. |
| Q05 JFN d D | Integra la función normal utilizando la variable ficticia D . |
| Q06 2 | |
| Q07 π | |
| Q08 x | |
| Q09 SQRT | |
| Q10 RCL× S | Calcula $S \times \sqrt{2\pi}$. |
| Q11 STO T | Almacena temporalmente el resultado para la rutina inversa. |
| Q12 ÷ | |
| Q13 +/- | |
| Q14 0.5 | |
| Q15 + | Suma la mitad del área que se encuentra debajo de la curva, ya que la integración se ha realizado utilizando la media como límite inferior. |
| Q16 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: F79E 032.0 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| F01 LBL F | Esta subrutina calcula el integrando para la función normal $e^{-((X-M)\div S)^2\div 2}$. |
| F02 RCL D | |
| F03 RCL- M | |
| F04 RCL÷ S | |
| F05 \times^2 | |
| F06 2 | |
| F07 ÷ | |
| F08 +/- | |
| F09 e^x | |
| F10 RTN | Vuelve a la rutina que ha realizado la llamada. |
| Verificación y longitud: 3DC2 015.0 | |

Indicadores utilizados:

Ninguno.

Memoria necesaria:

155.5 bytes: 107.5 para el programa, 48 para las variables.

Comentarios:

La exactitud de este programa depende de la definición de la presentación en pantalla. Para las entradas dentro de la gama entre ± 3 desviaciones estándar, será adecuada una presentación de cuatro o más números significativos para la mayoría de las aplicaciones. Si se establece la precisión total, el límite de entrada es de ± 5 desviaciones estándar. El tiempo utilizado para el cálculo será mucho menor si el número de dígitos que aparece en pantalla es menor.

En la rutina N, la constante 0.5 puede sustituirse por 2 y $\boxed{1/x}$. De este modo se ahorrarán 6.5 bytes en detrimento de la claridad.

No es necesario que introduzca la rutina inversa (en las rutinas I y T), si no está interesado en la opción de inversión.

Instrucciones del programa:

- 1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **C**.
- 2. Pulse **XEQ** S.
- 3. Después de la solicitud para M , introduzca la media de población y pulse **R/S**. (Si la media es cero, pulse sólo **R/S**).
- 4. Después de la solicitud para S , introduzca la desviación estándar de población y pulse **R/S**. (Si la desviación estándar es 1, pulse sólo **R/S**).
- 5. Para calcular X teniendo el valor $Q(X)$, vaya al paso 9 de estas instrucciones.
- 6. Para calcular $Q(X)$ teniendo el valor de X , pulse **XEQ** D.
- 7. Después de la solicitud, introduzca el valor de X y pulse **R/S**. En pantalla aparecerá el resultado $Q(X)$.
- 8. Para calcular $Q(X)$ para un nuevo X con la misma media y desviación estándar, pulse **R/S** y vaya al paso 7.
- 9. Para calcular X teniendo el valor de $Q(X)$, pulse **XEQ** I.
- 10. Después de la solicitud, introduzca el valor de $Q(X)$ y pulse **R/S**. En pantalla aparecerá el resultado X .
- 11. Para calcular X para un nuevo $Q(X)$ con la misma media y desviación estándar, pulse **R/S** y vaya al paso 10.

Variables utilizadas:

| | |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D | Variable de integración ficticia. |
| M | Media de población, valor por defecto igual a cero. |
| Q | Probabilidad correspondiente al área superior. |
| S | Desviación estándar de población, valor por defecto igual a 1. |
| T | Variable utilizada temporalmente para pasar el valor $S \times \sqrt{2\pi}$ al programa inverso. |
| X | Valor de entrada que define la parte izquierda del área superior. |

Ejemplo 1:

Un amigo le informa de que un conocido tiene una inteligencia de “ 3σ ”. Esto significa que esta persona es más inteligente que la población local, exceptuando las personas cuya inteligencia esté tres desviaciones estándar por encima de la media.

Suponga que en la población local puedan existir 10.000 personas cuya inteligencia sea como la del conocido. ¿Cuántas personas entran dentro del grupo de “ 3σ ”? Puesto que este problema se resuelve en términos de desviaciones estándar, utilice los valores por defecto de cero para M y 1 para S .

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [XEQ] S | M?0.0000 | Comienza la rutina de inicialización. |
| [R/S] | S?1.0000 | Acepta el valor por defecto de cero para M . |
| [R/S] | 1.0000 | Acepta el valor por defecto de 1 para S . |
| [XEQ] D | X?valor | Comienza el programa de distribución y solicita el valor de X . |
| 3 [R/S] | Q=0.0014 | Introduce 3 para X y comienza el cálculo de $Q(X)$. Muestra el índice de población de inteligencia superior a tres desviaciones estándar de la media. |
| 10000 [x] | 13.5049 | Multiplica por la población. Muestra el número aproximado de personas dentro de la población local que satisface este criterio. |

Sabiendo que el amigo no disponía de información exacta, decide calcular el número de personas que entran dentro del grupo de “ 2σ ”. Recuerde que el programa se puede volver a ejecutar pulsando **(R/S)**.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
| (R/S) | X?3.0000 | Reanuda el programa. |
| 2 (R/S) | Q=0.0227 | Introduce el valor X de 2 y calcula $Q(X)$. |
| 10000 (X) | 227.4937 | Multiplica por la población para obtener la estimación revisada. |

Ejemplo 2:

La media de un conjunto de calificaciones de exámenes es 55. La desviación estándar es 15.3. Suponiendo que la curva normal estándar presenta un modelo adecuado de la distribución, ¿qué probabilidad existe de que un estudiante elegido al azar obtenga una calificación de 90? ¿Cuál es la calificación obtenida por sólo el 10 por ciento de los estudiantes? ¿Cuál es la calificación a la que no ha llegado sólo el 20 por ciento de los estudiantes?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|
| (XEQ) S | M?0.0000 | Comienza la rutina de inicialización. |
| 55 (R/S) | S?1.0000 | Almacena 55 para la media. |
| 15.3 (R/S) | 15.3000 | Almacena 15.3 para la desviación estándar. |
| (XEQ) D | X?valor | Comienza el programa de distribución y solicita el valor de X . |
| 90 (R/S) | Q=0.0111 | Introduce 90 para X y calcula $Q(X)$. |

Por consiguiente, se puede esperar que sólo el 1 por ciento, aproximadamente, de los estudiantes puede superar la calificación de 90.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| [XEQ] I | 070.0111 | Comienza la rutina inversa. |
| 0.1 [R/S] | X=74.6078 | Almacena 0.1 (10 por ciento) en $Q(X)$ y calcula X . |
| [R/S] | 070.1000 | Reanuda la rutina inversa. |
| 0.8 [R/S] | X=42.1232 | Almacena 0.8 (100 por ciento menos 20 por ciento) en $Q(X)$ y calcula X . |

Desviación estándar de datos agrupados

La desviación estándar de datos agrupados, S_{xg} , es la desviación estándar de puntos de datos x_1, x_2, \dots, x_n que se generan en frecuencias enteras positivas f_1, f_2, \dots, f_n .

$$S_{xg} = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i - \frac{(\sum x_i f_i)^2}{\sum f_i}}{(\sum f_i) - 1}}$$

Este programa permite introducir datos, corregir los datos introducidos y calcular la desviación estándar y la media ponderada de los datos agrupados.

Listado de los programas:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| S01 LBL S | Inicia el programa de desviación estándar de datos agrupados. |
| S02 CLΣ | Borra los registros de estadísticas (de 28 a 33). |
| S03 0 | |
| S04 STO N | Borra el valor de N . |
| Verificación y longitud: 104F 006.0 | |
| I01 LBL I | Introduce los puntos de datos estadísticos. |
| I02 INPUT X | Almacena el punto de datos en X . |
| I03 INPUT F | Almacena la frecuencia del punto de datos en F . |
| I04 1 | Introduce el incremento para N . |
| I05 RCL F | Recupera la frecuencia del punto de datos f_i . |
| Verificación y longitud: 4060 007.5 | |
| F01 LBL F | Acumula las sumas. |
| F02 28 | |
| F03 STO i | Almacena el índice del registro 28. |
| F04 R+ | |
| F05 STO+(i) | Actualiza Σf_i en el registro 28. |
| F06 RCL× X | $x_i f_i$. |
| F07 29 | |
| F08 STO i | Almacena el índice del registro 29. |
| F09 R+ | |
| F10 STO+(i) | Actualiza $\Sigma x_i f_i$ en el registro 29. |
| F11 RCL× X | $x_i^2 f_i$. |
| F12 31 | |
| F13 STO i | Almacena el índice del registro 31. |
| F14 R+ | |
| F15 STO+(i) | Actualiza $\Sigma x_i^2 f_i$ en el registro 31. |
| F16 x<>y | Obtiene 1 (ó -1). |
| F17 STO+ N | Incrementa (o disminuye) N . |
| F18 RCL N | |
| F19 VIEW N | Muestra el número actual del par de datos. |
| F20 GTO I | Se dirige a la etiqueta I para la siguiente entrada de datos. |
| Verificación y longitud: 214E 030.0 | |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| G01 LBL G | Calcula las estadísticas de los datos agrupados. |
| G02 s_x | Desviación estándar de datos agrupados. |
| G03 STO S | |
| G04 VIEW S | Muestra la desviación estándar de los datos agrupados. |
| G05 \bar{x} | Media ponderada. |
| G06 STO M | |
| G07 VIEW M | Muestra la media ponderada. |
| G08 GTO I | Se dirige a la etiqueta a por más puntos. |
| Verificación y longitud: 4A4A 012.0 | |
| U01 LBL U | Anula el error de la entrada de datos. |
| U02 -1 | Introduce la disminución de N . |
| U03 RCL F | Recupera la última entrada de frecuencia de datos. |
| U04 +/- | Cambia el signo de f_i . |
| U05 GTO F | Ajusta el valor y las sumas. |
| Verificación y longitud: 615A 015.5 | |

Indicadores utilizados:

Ninguno.

Memoria necesaria:

143 bytes: 71 para los programas, 72 para los datos.

Instrucciones del programa:

- 1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **(C)**.
- 2. Pulse **(XEQ)** S para comenzar a introducir los datos.
- 3. Introduzca el valor de x_i (punto de datos) y pulse **(R/S)**.
- 4. Introduzca el valor de f_i (frecuencia) y pulse **(R/S)**.
- 5. Pulse **(R/S)** después de haber visto (VIEW) el número de puntos introducidos.
- 6. Repita los pasos de 3 a 5 para cada punto de datos.

Si observa que ha cometido un error al introducir los datos (x_i ó f_i) después de haber pulsado **(R/S)** en el paso 4, pulse **(XEQ)** U y pulse **(R/S)** de nuevo. A continuación vuelva al paso 3 para introducir los datos correctamente.

- 7. Cuando haya introducido el último par de datos, pulse **(XEQ)** G para calcular y visualizar en pantalla la desviación estándar de datos agrupados.
- 8. Pulse **(R/S)** para visualizar la media ponderada de los datos agrupados.
- 9. Para sumar puntos de datos adicionales, pulse **(R/S)** y continúe desde el paso 3.

Para iniciar un nuevo problema, comience desde el paso 2.

Variables utilizadas:

| | |
|-----|-----------------------------------------|
| X | Punto de datos. |
| F | Frecuencia del punto de datos. |
| N | Contador del par de datos. |
| S | Desviación estándar de datos agrupados. |
| M | Media ponderada. |

| | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| i | Variable de índice utilizada para dirigir indirectamente el registro de estadísticas correcto. |
| Registro 28 | Suma de Σf_i . |
| Registro 29 | Suma de $\Sigma x_i f_i$. |
| Registro 31 | Suma de $\Sigma x_i^2 f_i$. |

Ejemplo:

Introduzca los siguientes datos y calcule la desviación estándar de datos agrupados.

| | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|-----|
| Grupo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| x_i | 5 | 8 | 13 | 15 | 22 | 37 |
| f_i | 17 | 26 | 37 | 43 | 73 | 115 |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------|-----------|---------------------------------------------------------|
| [XEQ] S | X?valor | Solicita el primer valor de x_i . |
| 5 [R/S] | F?valor | Almacena 5 en X ; solicita el primer valor de f_i . |
| 17 [R/S] | N=1.0000 | Almacena 17 en F ; muestra el contador. |
| [R/S] | X?5.0000 | Solicita el segundo valor de x_i . |
| 8 [R/S] | F?17.0000 | Solicita el segundo valor de f_i . |
| 26 [R/S] | N=2.0000 | Muestra el contador. |
| [R/S] | X?8.0000 | Solicita el tercer valor de x_i . |
| 14 [R/S] | F?26.0000 | Solicita el tercer valor de f_i . |
| 37 [R/S] | N=3.0000 | Muestra el contador. |

Se ha cometido un error al introducir 14 en vez de 13 para x_3 . Corrija el error ejecutando la rutina U:

| | | |
|----------------|----------|------------------------------------------------------|
| [XEQ] U | N=2.0000 | Borra el dato erróneo; muestra el contador revisado. |
|----------------|----------|------------------------------------------------------|

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (R/S) | X?14.0000 | Solicita el tercer valor nuevo de x_i . |
| 13 (R/S) | F?37.0000 | Solicita el tercer valor nuevo de f_i . |
| (R/S) | N=3.0000 | Muestra el contador. |
| (R/S) | X?13.0000 | Solicita el cuarto valor de x_i . |
| 15 (R/S) | F?37.0000 | Solicita el cuarto valor de f_i . |
| 43 (R/S) | N=4.0000 | Muestra el contador. |
| (R/S) | X?15.0000 | Solicita el quinto valor de x_i . |
| 22 (R/S) | F?43.0000 | Solicita el quinto valor de f_i . |
| 73 (R/S) | N=5.0000 | Muestra el contador. |
| (R/S) | X?22.0000 | Solicita el sexto valor de x_i . |
| 37 (R/S) | F?73.0000 | Solicita el sexto valor de f_i . |
| 115 (R/S) | N=6.0000 | Muestra el contador. |
| (XEQ) G | S=11.4118 | Calcula y muestra la desviación estándar de datos agrupados (sx) de los seis puntos de datos. |
| (R/S) | M=23.4084 | Calcula y muestra la media ponderada (\bar{x}). |
| (C) | 23.4084 | Borra VIEW. |

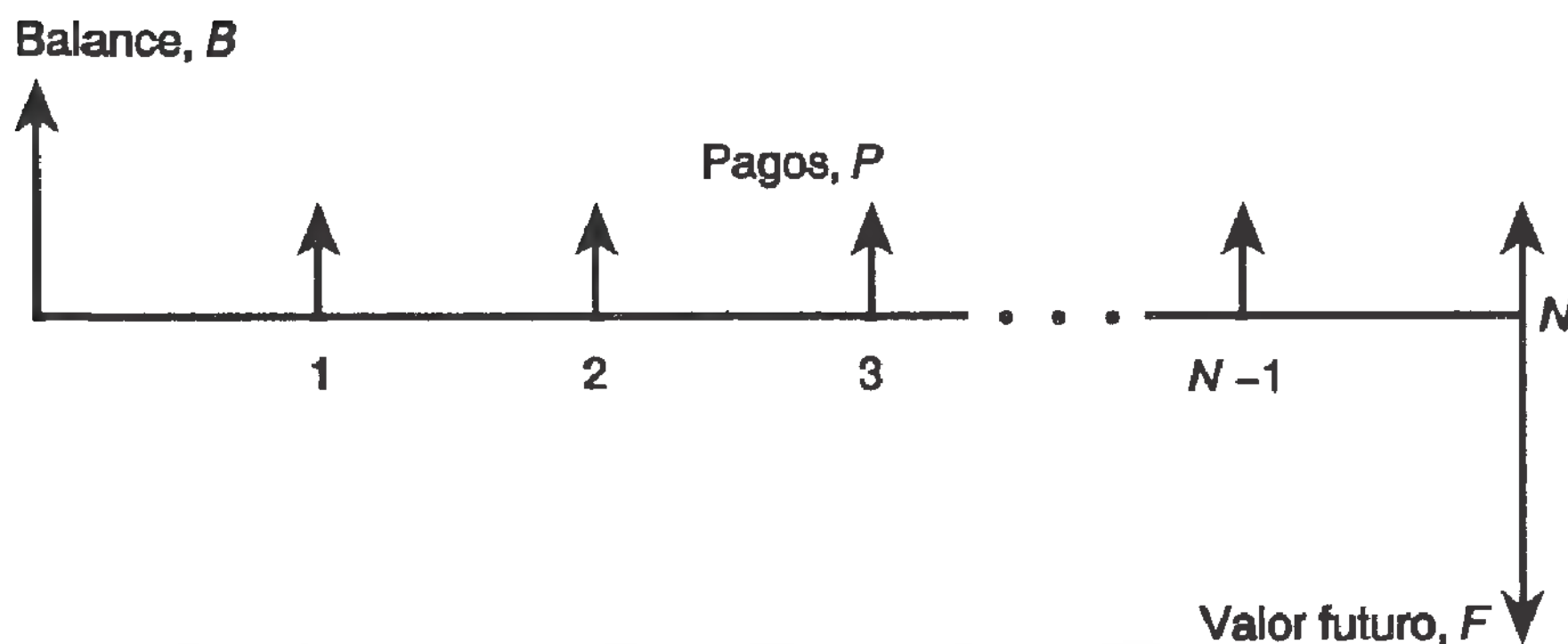
Programas y ecuaciones varias

Valor del dinero en función del tiempo

Teniendo cuatro de los cinco valores de la “ecuación del valor del dinero en función del tiempo” (TVM), podrá encontrar el valor numérico del quinto. Esta ecuación resulta útil en una amplia gama de aplicaciones financieras, tales como préstamos personales e inmobiliarios y cuentas de ahorro.

La ecuación TVM es la siguiente:

$$P \left[\frac{1 - (1 + I/100)^{-N}}{I/100} \right] + F (1 + (I/100))^{-N} + B = 0$$



Los signos de los valores de caja (saldo, B ; pago, P ; y saldo futuro, F) corresponden a la dirección del flujo de caja. El dinero que recibe tiene el signo positivo, mientras que el dinero que paga tiene el signo negativo. Tenga en cuenta que cualquier problema se puede considerar desde dos perspectivas distintas: el prestatario y el prestamista enfocan el mismo problema con signos opuestos.

Introducción de la ecuación:

Introduzca la siguiente ecuación:

$P \times 100 \times (1 - (1 + I \div 100)^{-N}) \div I + F \text{ times } (1 + I \div 100)^{-N} + B$

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| \rightarrow EQN | EQN LIST TOP | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| RCL P \times 100 | P \times 100_ | Comienza la introducción de la ecuación. |
| \times \rightarrow (1 - | P \times 100 \times (1-█ | |
| \rightarrow (1 + | \times 100 \times (1-(1+█ | |
| RCL I \div 100 | 1-(1+I \div 100_ | |
| \rightarrow) y^x | -(1+I \div 100)^█ | |
| - RCL N \rightarrow) | +I \div 100)^-N)█ | |
| \div RCL I + | 0)^-N) \div I+F \times █ | |
| RCL F \times | | |
| \rightarrow (1 + RCL I | N) \div I+F \times (1+I█ | |
| \div 100 \rightarrow) | F \times (1+I \div 100)█ | |
| y^x - RCL N | 1+I \div 100)^-N█ | |
| + RCL B | I \div 100)^-N+B█ | |
| ENTER | P \times 100 \times (1-(1+ | Termina la ecuación. |
| \rightarrow SHOW (mantener pulsado) | CK=4504 054.0 | Verificación y longitud. |

Memoria necesaria:

94 bytes: 54 bytes para la ecuación, 40 bytes para las variables.

Comentarios:

La ecuación TVM precisa que I sea distinto a cero para evitar que se produzca el error `DIVIDE BY 0`. Si está buscando el valor numérico de I y no está seguro de su valor actual, pulse 1 `(STO) I` antes de comenzar el cálculo `SOLVE` (`(→) (SOLVE) I`).

El orden de solicitud de los valores depende de la variable cuyo valor numérico desea encontrar.

Instrucciones para **SOLVE**:

1. Si el *primer* cálculo de TVM que realiza es para encontrar el valor de la tasa de interés, I , pulse 1 `(STO) I`.
2. Pulse `(→) (EQN)`. Si fuera necesario, pulse `(←) (▲)` ó `(←) (▼)` para desplazarse por la lista de ecuaciones hasta que encuentre la ecuación TVM.
3. Realice una de las cinco operaciones siguientes:
 - a. Pulse `(→) (SOLVE) N` para calcular el número de periodos de capitalización.
 - b. Pulse `(→) (SOLVE) I` para calcular el interés periódico.
Para los pagos mensuales, el resultado dado para I es la tasa de intereses *mensual*, i ; pulse 12 `(×)` para ver la tasa de intereses anual.
 - c. Pulse `(→) (SOLVE) B` para calcular el saldo inicial de un préstamo o cuenta de ahorro.
 - d. Pulse `(→) (SOLVE) P` para calcular el pago periódico.
 - e. Pulse `(→) (SOLVE) F` para calcular el valor o saldo futuro de un préstamo.
4. Introduzca los valores de las cuatro variables conocidas a medida que se soliciten; pulse `(R/S)` después de cada valor.
5. Cuando pulse `(R/S)` por última vez, se calculará y aparecerá en pantalla el valor de la variable incógnita.
6. Para calcular una variable nueva, o para volver a calcular la misma variable utilizando datos distintos, vuelva al paso 2.

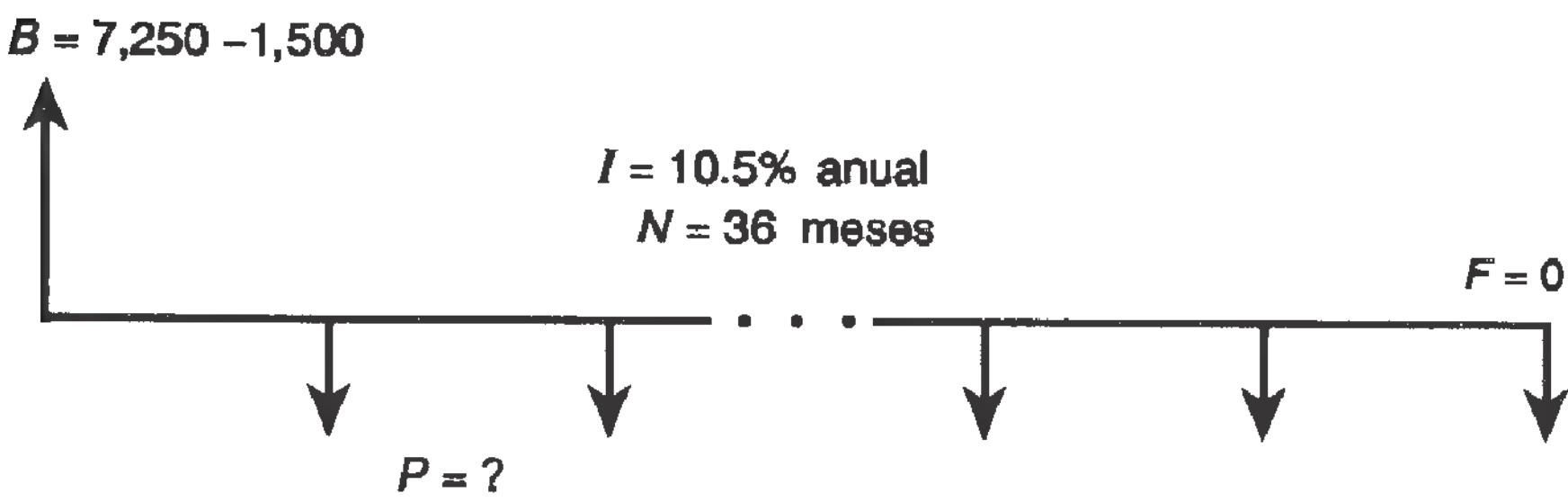
En esta aplicación **SOLVE** funciona eficazmente sin las estimaciones iniciales.

Variables utilizadas:

| | |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N | El número de periodos de capitalización. |
| I | La tasa de interés <i>periódica</i> como porcentaje. (Por ejemplo, si la tasa de interés <i>anual</i> es del 15% y existen 12 pagos al año, la tasa de interés <i>periódica</i> , i , es $15 \div 12 = 1.25\%$). |
| B | el saldo inicial del préstamo o cuenta de ahorro. |
| P | El pago periódico. |
| F | El valor futuro de una cuenta de ahorro o el saldo de un préstamo. |

Ejemplo:

Parte 1. Suponga que está financiando la compra de un coche con un préstamo a 3 años (36 meses) con un interés anual del 10.5% capitalizado mensualmente. El precio de compra del coche es de \$7,250 y la entrada de \$1,500. ¿Cuánto deberá pagar mensualmente?



| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| \leftarrow [DISP] {FX} 2 | | Selecciona el formato de presentación FIX 2. |
| \rightarrow [EQN] (\leftarrow ∇) como corresponda) | $P \times 100 \times (1 - (1 +$ | Muestra la parte izquierda de la ecuación TVM. |
| \rightarrow [SOLVE] P | $I ? valor$ | Selecciona P ; solicita el valor de I . |
| 10.5 [ENTER] 12 \div | $I ? 0.88$ | Convierte la tasa de interés anual en la tasa mensual equivalente. |
| [R/S] | $N ? valor$ | Almacena 0.88 en I ; solicita el valor de N . |
| 36 [R/S] | $F ? valor$ | Almacena 36 en N ; solicita el valor de F . |
| 0 [R/S] | $B ? valor$ | Almacena 0 en F ; solicita el valor de B . |
| 7250 [ENTER] 1500 $-$ | $B ? 5,750.00$ | Calcula B , el saldo inicial del préstamo. |
| [R/S] | SOLVING $P = -186.89$ | Almacena 5750 en B ; calcula el pago mensual, P . |

El resultado será negativo ya que el préstamo se ha considerado desde la perspectiva del prestatario. El dinero recibido por el prestatario (el saldo inicial) es positivo, mientras que el dinero pagado es negativo.

Parte 2. ¿Qué tasa de interés reduciría de \$10 el pago mensual?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------|
| \rightarrow EQN | $P \times 100 \times (1 - (1 +$ | Muestra la parte izquierda de la ecuación TVM. |
| \rightarrow SOLVE I | $P? - 186.89$ | Selecciona I; solicita el valor de P . |
| \leftarrow RND | $P? - 186.89$ | Redondea el pago a dos lugares decimales. |
| 10 $+$ | $P? - 176.89$ | Calcula el pago nuevo. |
| R/S | $N? 36.00$ | Almacena -176.89 en P ; solicita el valor de N . |
| R/S | $F? 0.00$ | Mantiene 36 en N ; solicita el valor de F . |
| R/S | $B? 5,750.00$ | Mantiene 0 en F ; solicita el valor de B . |
| R/S | SOLVING $I = 0.56$ | Mantiene 5750 en B ; calcula la tasa de interés mensual. |
| 12 \times | 6.75 | Calcula la tasa de interés anual. |

Parte 3. Utilizando la tasa de interés calculada (6.75%), suponga que vende el coche después de 2 años. ¿Qué cantidad debe todavía? Es decir, ¿cuál es el saldo futuro después de 2 años?

Observe que la tasa de interés, I , de la parte 2 *no* es cero, por lo que no aparecerá el error DIVIDE BY 0 cuando calcule el nuevo valor de I .

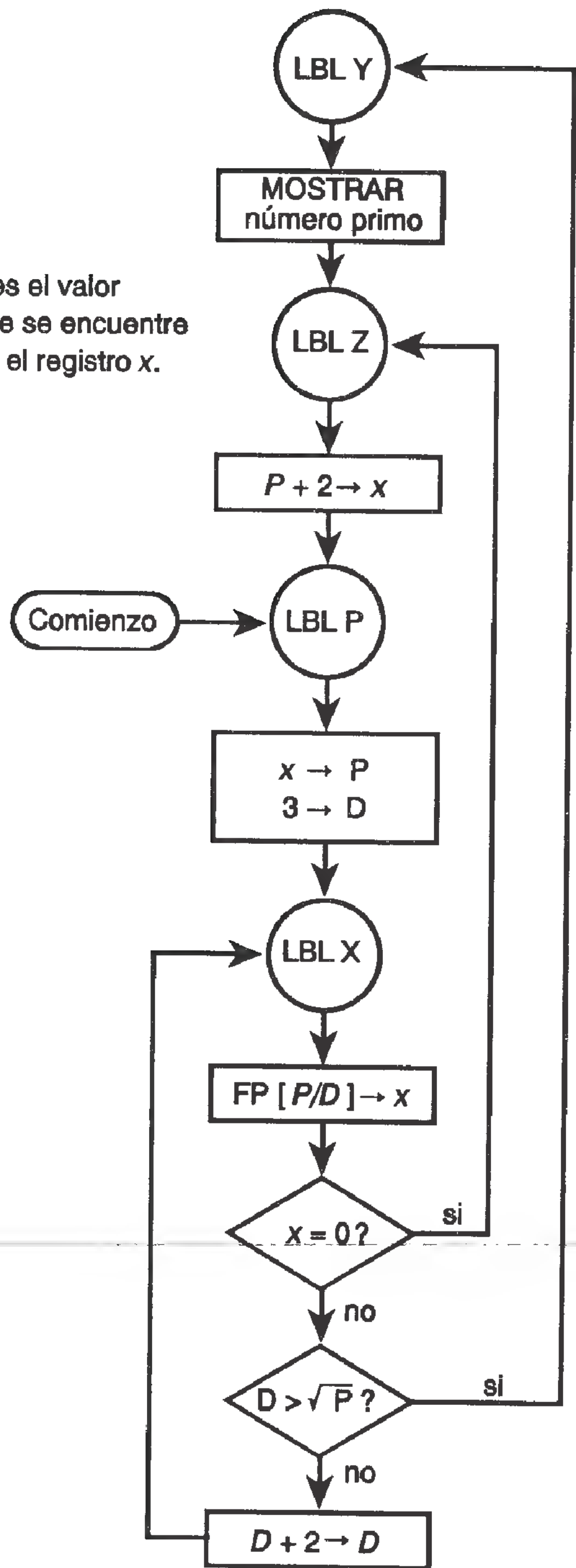
| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EQN | $P \times 100 \times (1 - (1 +$ | Muestra la parte izquierda de la ecuación TVM. |
| SOLVE F | $P? - 176.89$ | Selecciona F; solicita el valor de P . |
| R/S | $I? 0.56$ | Mantiene P ; solicita el valor de I . |
| R/S | $N? 36.00$ | Mantiene 0.56 en I ; solicita el valor de N . |
| 24 R/S | $B? 5,750.00$ | Almacena 24 en N ; solicita el valor de B . |
| R/S | SOLVING $F = -2,047.05$ | Mantiene 5750 en B ; calcula F , el saldo futuro. Nuevamente, el signo es negativo para indicar que este dinero se debe pagar. |
| DISP {FX} 4 | . | Establece el formato de presentación FIX 4. |

Generador de números primos

Este programa acepta cualquier número entero positivo mayor que 3. Si el número es un número primo (que no se puede dividir exactamente por ningún número entero que no sea el número mismo y 1), entonces el programa dará como resultado el valor introducido. Si el valor introducido no es un número primo, entonces el programa dará como resultado el primer número primo mayor que el número introducido.

El programa identifica los números no primos comprobando exhaustivamente todos los factores posibles. Si un número no es primo, el programa añade 2 (asegurándose de que el valor sigue siendo impar) y comprueba si ha encontrado un número primo. Este proceso continúa hasta que se encuentre un número primo.

Nota: x es el valor
que se encuentre
en el registro x .



Listado del programa:

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Y01 LBL Y | Esta rutina muestra el número primo P . |
| Y02 VIEW P | |
| Verificación y longitud: 5D0B 003.0 | |
| Z01 LBL Z | Esta rutina suma 2 a P . |
| Z02 2 | |
| Z03 RCL+ P | |
| Verificación y longitud: 0C68 004.5 | |
| P01 LBL P | Esta rutina almacena el valor introducido para P . |
| P02 STO P | |
| P03 2 | |
| P04 ÷ | |
| P05 FP | |
| P06 0 | |
| P07 x=y? | Comprueba si el número introducido es <i>par</i> . |
| P08 1 | |
| P09 STO+ P | Incrementa P si el número introducido es par. |
| P10 3 | Almacena 3 en el divisor de comprobación, D . |
| P11 STO D | |
| Verificación y longitud: 40BA 016.5 | |
| X01 LBL X | Esta rutina comprueba si P es un número primo. |
| X02 RCL P | |
| X03 RCL÷ D | |
| X04 FP | Encuentra la parte fraccionaria de $P \div D$. |
| X05 x=0? | Comprueba si existe un resto de cero (número <i>no</i> primo). |
| X06 GT0 Z | |
| Si el número no es primo, intenta la siguiente posibilidad. | |
| X07 RCL P | |
| X08 SQRT | |
| X09 RCL D | |
| X10 x>y? | Comprueba si se han probado todos los factores posibles. |
| X11 GT0 Y | |
| Si se han probado todos los factores, se bifurca hacia la rutina de presentación. | |
| X12 2 | Calcula el siguiente factor posible, $D + 2$. |

| Líneas de programa: | Descripción: |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| X13 STO+ D | |
| X14 GTO X | Se bifurca para comprobar el número primo potencial con el factor nuevo. |
| Verificación y longitud: 061F 021.0 | |

Indicadores utilizados:

Ninguno.

Memoria necesaria:

61 bytes: 45 para el programa, 16 para las variables.

Instrucciones para el programa:

1. Introduzca las rutinas del programa; al terminar pulse **C**.
2. Introduzca un número entero positivo mayor que 3.
3. Pulse **XEQ** *P* para ejecutar el programa. En pantalla aparecerá el número primo *P*.
4. Para ver el siguiente número primo, pulse **R/S**.

Variables utilizadas:

| | |
|----------|----------------------------------------------------------------|
| <i>P</i> | Valor primo y valores primos potenciales. |
| <i>D</i> | Divisor utilizado para comprobar el valor actual de <i>P</i> . |

Comentarios:

No se realiza ninguna comprobación para asegurar que el número introducido es mayor que 3.

Ejemplo:

¿Cuál es el primer número primo después de 789? ¿Cuál es el siguiente número primo?

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------|------------|---------------------------------------------------|
| 789 XEQ P | P=797.0000 | Calcula el siguiente número primo después de 789. |
| R/S | P=809.0000 | Calcula el siguiente número primo después de 797. |

Parte 3

Apéndices y Referencias

Asistencia técnica, pilas y servicio de reparación

Asistencia técnica de la calculadora

La respuesta a sus preguntas relativas al uso de la calculadora puede obtenerla dirigiéndose al departamento de Asistencia Técnica de Calculadoras. Nuestra experiencia nos ha demostrado que muchos usuarios tienen preguntas parecidas sobre nuestros productos, por lo que proporcionamos la siguiente sección “Respuestas a preguntas comunes”. Si no encuentra la respuesta a su pregunta, póngase en contacto con nosotros utilizando la dirección o teléfono indicado en la contraportada.

Respuestas a preguntas comunes

Q: ¿Cómo puedo determinar si la calculadora está funcionando correctamente?

A: Consulte la página A-5, donde se describe la autocomprobación para el diagnóstico.


Q: Muchos números presentan comas en vez de puntos decimales. ¿Cómo puedo convertir las comas en puntos decimales?

A: Utilice la función  **MODES** { . } (página 1-16).

Q: ¿Cómo puedo cambiar el número de lugares decimales que aparecen en pantalla?

A: Utilice el menú  **DISP** (página 1-16).

Q: ¿Cómo puedo borrar toda o parte de la memoria?

A:  **CLEAR** muestra el menú CLEAR, que permite borrar todas las variables, todos los programas (sólo en el modo de entrada de programas), los registros de estadísticas o toda la memoria del usuario (excepto durante la entrada de programas).

Q: ¿Qué significa la “E” que aparece junto a un número (por ejemplo, $2.51E^{-13}$)?

A: *Exponente* de diez; es decir, 2.51×10^{-13} .


Q: La calculadora presenta el mensaje MEMORY FULL. ¿Qué debo hacer?

A: Deberá borrar parte de la memoria antes de continuar.
(Consulte el apéndice B).

Q: ¿Por qué al calcular el seno (o tangente) de π radianes aparece un número muy pequeño en vez de 0?

A: π no se puede representar de forma *exacta* con la precisión de 12 dígitos de la calculadora.

Q: ¿Por qué obtengo respuestas incorrectas cuando utiliza las funciones trigonométricas?

A: Debe asegurarse que la calculadora está utilizando el modo angular correcto ( **MODES** {DG}, {RD} ó {GR}).

Q: ¿Qué significa el símbolo que aparece en pantalla?

A: Es un *indicador* e informa sobre el estado de la calculadora.
Consulte “Indicadores” en el capítulo 1.

Q: Los números aparecen como fracciones. ¿Cómo puedo obtener los números decimales?


A: Pulse  **FDISP**.

Límites ambientales

Para mantener el buen funcionamiento del producto, respete los siguientes límites de temperatura y humedad:


- Temperatura de funcionamiento: de 0 a 45 °C (de 32 a 113 °F).
- Temperatura almacenamiento: de -20 a 65 °C (de -4 a 149 °F).
- Humedad de funcionamiento y almacenamiento: 90% de humedad relativa a un máximo de 40 °C (104 °F).

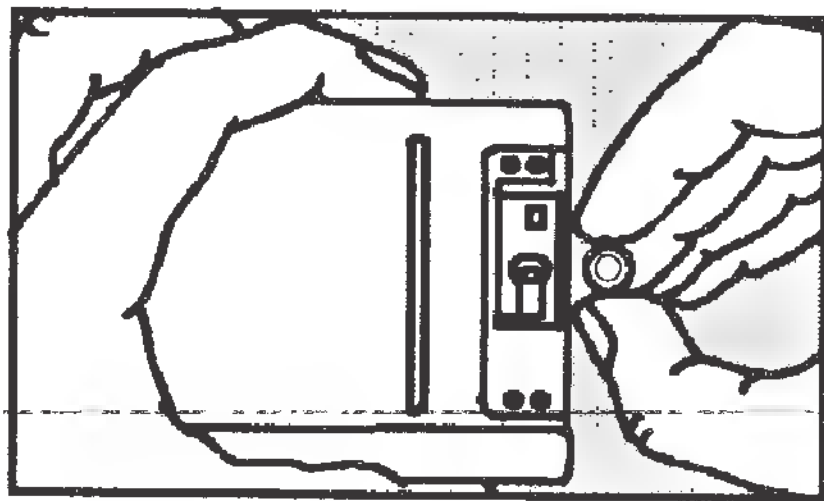
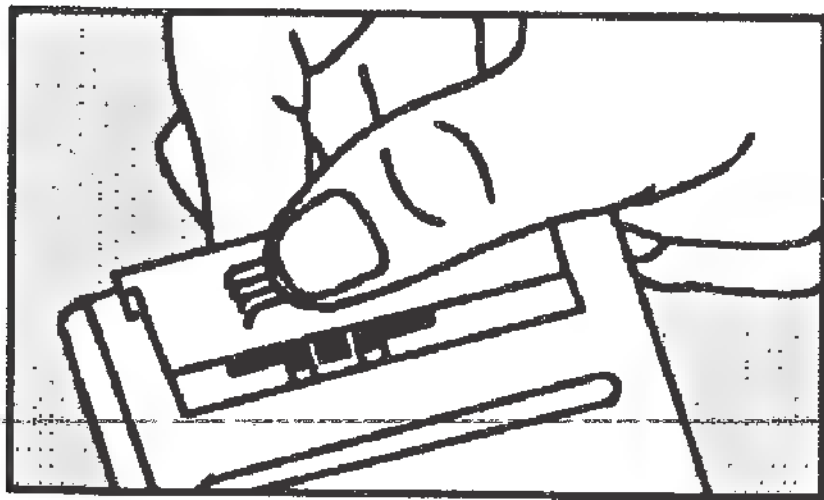
Cómo cambiar las pilas

Sustituya las pilas tan pronto como aparezca el indicador de pilas descargadas (). Si el indicador está activado y la intensidad de luz de la pantalla aparece atenuada, puede perder datos. Si los datos se pierden, en pantalla aparecerá el mensaje MEMORY CLEAR.

Después de haber retirado las pilas, coloque las nuevas antes de 2 minutos, para evitar la pérdida de la información almacenada.

(conviene que tenga las pilas a mano antes de abrir el compartimiento de las pilas). Utilice pilas tipo botón I.E.C LR44 (ó el equivalente del fabricante) nuevas de cualquier marca. **No utilice pilas recargables.** Asimismo, asegúrese de que la calculadora está apagada durante todo el proceso de sustitución de las pilas.

1. Tenga a mano tres pilas tipo botón nuevas. Evite tocar los terminales — sujete las pilas sólo por los lados.
2. Asegúrese de que la calculadora está apagada (OFF). No pulse ON () hasta que haya terminado todo el procedimiento de sustitución de las pilas. Si la calculadora está encendida (ON) mientras se retiran las pilas, se borrará el contenido de la Memoria Continua.
3. Para retirar la tapa del compartimiento de las pilas, empújela hacia abajo y hacia afuera hasta que se deslice hacia afuera (figura de la izquierda).



4. Dé la vuelta a la calculadora y sacúdala para que caigan las pilas.

Aviso



No mutile, ni perfore, ni tire las pilas al fuego. Las pilas pueden reventar o explotar y emitir sustancias químicas peligrosas.

5. Introduzca las pilas nuevas (figura de la derecha). Colóquelas según se indica en el compartimiento de las pilas.
6. Vuelva a colocar la tapa (deslícela por las ranuras del armazón de la calculadora).

Operación de comprobación de la calculadora

Utilice las siguientes instrucciones para determinar si la calculadora funciona correctamente. Compruebe la calculadora después de cada paso para ver si vuelve a funcionar. Si la calculadora precisa la revisión por parte del servicio de asistencia técnica, consulte la página A-7.

■ **La calculadora no se enciende (pasos 1-4) o no responde cuando pulsa las teclas (pasos 1-3):**

1. Restaure la calculadora. Mantenga pulsada la tecla **C** y pulse **LN**.
Puede que tenga que volver a pulsar estas teclas varias veces.
2. Borre la memoria. Pulse y mantenga pulsada la tecla **C**, a continuación pulse y mantenga pulsadas las dos teclas **\sqrt{x}** y **$\Sigma +$** . Se borrará la memoria y cuando suelte las tres teclas aparecerá el mensaje MEMORY CLEAR.
3. Retire las pilas (consulte “Cómo cambiar las pilas”) y presione ligeramente con una moneda los contactos de la batería de la calculadora. Vuelva a colocar las pilas y encienda la calculadora. En pantalla deberá aparecer el mensaje MEMORY CLEAR.
4. Instale las pilas (consulte “Cómo cambiar las pilas”).

Si mediante este procedimiento no restablece el funcionamiento de la calculadora, deberá ponerse en contacto con el servicio de reparación.

- Si la calculadora responde a las teclas que pulsa pero sospecha que existen problemas de funcionamiento:
 1. Realice la autocomprobación descrita en la siguiente sección. Si la calculadora no supera esta prueba, póngase en contacto con el servicio de reparación.
 2. Si la calculadora supera esta prueba, puede que haya cometido un error al utilizarla. Vuelva a leer las secciones correspondientes de este manual y consulte la sección “Respuestas a preguntas comunes” (página A-1).
 3. Póngase en contacto con el departamento de Asistencia Técnica de Calculadoras. La dirección y el teléfono se indican en la contraportada.

La autocomprobación

Si la pantalla funciona, pero parece que la calculadora no funciona correctamente, realice la siguiente autocomprobación para el diagnóstico:

1. Mantenga pulsada la tecla \boxed{C} y pulse $\boxed{y^x}$ contemporáneamente.
2. Pulse cualquier tecla ocho veces y observe los varios patrones mostrados. Después de haber pulsado una tecla ocho veces, la calculadora presentará el mensaje de derechos de propiedad intelectual COFR. HP 87, 98 y el mensaje KED 01.
3. Comenzando desde la esquina superior izquierda ($\boxed{\sqrt{x}}$) y desplazándose de izquierda a derecha, pulse cada tecla de la fila superior. A continuación, desplazándose de izquierda a derecha, pulse cada tecla de la segunda fila, de la tercera fila y así sucesivamente, hasta que haya pulsado todas las teclas.
 - Si ha pulsado las teclas en el orden correcto y funcionan correctamente, en pantalla aparecerá el mensaje KED seguido por números de dos dígitos. (La calculadora cuenta las teclas utilizando la base hexadecimal).
 - Si pulsa una tecla sin seguir el orden, o si la tecla no funciona correctamente, al pulsar la siguiente tecla aparecerá un mensaje de error (consulte el paso 4).

4. La autocomprobación genera uno de estos dos resultados:

- La calculadora presenta el mensaje 32SII-OK si ha superado la autocomprobación. Vaya al paso 5.
- La calculadora presenta el mensaje 32SII-FAIL seguido por un número de un dígito si no ha superado la autocomprobación. Si el mensaje aparece porque ha pulsado una tecla sin seguir el orden indicado, restaure la calculadora (mantenga pulsada la tecla **C** y pulse **LN**) y vuelva a realizar la autocomprobación. Si ha pulsado las teclas correctamente pero aparece el mensaje, repita la autocomprobación para verificar los resultados. Si la calculadora vuelve a presentar este mensaje, deberá ponerse en contacto con el servicio de reparación (consulte la página A-7). Cuando la entregue al servicio, incluya una copia del mensaje de error.

5. Para salir de la autocomprobación, restaure la calculadora (mantenga pulsada la tecla **C** y pulse **LN**).

Si pulsa **C** y **1/x** dará comienzo a una autocomprobación continua utilizada en la fábrica. Para interrumpir esta prueba pulse cualquier tecla.

Garantía de un año

Incluido en la garantía

La calculadora (excepto las pilas y los daños causados por éstas) queda garantizada por Hewlett-Packard contra defectos de material y fabricación durante un año a partir de la fecha de adquisición original.

Si el comprador vende o regala la unidad, la garantía se transferirá automáticamente al nuevo propietario y seguirá vigente durante el periodo original de un año. Durante el periodo de garantía, Hewlett-Packard reparará o, si lo prefiere, sustituirá sin cargo alguno el producto que demuestre ser defectuoso, siempre que lo devuelva, envío pagado por anticipado, al centro de reparaciones de Hewlett-Packard. (La sustitución se puede realizar con un modelo nuevo de rendimiento equivalente o superior).

Esta garantía le concede derechos legales específicos, además de los que correspondan a su estado, provincia o país.

Excluido de la garantía

Las pilas y los daños causados por las mismas no están incluidos dentro de la garantía de Hewlett-Packard. Compruebe las garantías del fabricante en lo que respecta a las pilas y a las pérdidas que puedan tener.

Esta garantía no es efectiva si el producto ha sido dañado por accidente o uso indebido, o bien como resultado de reparaciones o modificaciones efectuadas por un centro de reparaciones no autorizado por Hewlett-Packard.

No se concede ninguna otra garantía. La reparación o sustitución de un producto es su único recurso. **CUALQUIER OTRA GARANTIA IMPLICITA DE COMERCIALIZACION O APTITUD SE LIMITA A LA DURACION DE UN AÑO DE ESTA GARANTIA ESCRITA.** En algunos estados, provincias o países no se permiten las limitaciones en la duración de las garantías implícitas, por lo que la limitación antes mencionada puede no aplicarse a su caso. **LA COMPAÑIA HEWLETT-PACKARD NO SERA RESPONSABLE POR DAÑOS EMERGENTES BAJO NINGUNA CIRCUNSTANCIA.** En algunos estados, provincias o países no se permite la exclusión o limitación de daños accidentales o emergentes, por lo que la limitación o exclusión antes mencionada puede no aplicarse a su caso.

Los productos se venden en base a las especificaciones aplicables en el momento de la fabricación. Hewlett-Packard no tendrá obligación alguna de modificar o actualizar los productos una vez vendidos.

Transacciones del consumidor en el Reino Unido

Esta garantía no se aplicará a las transacciones del consumidor y no afectará a los derechos del consumidor establecidos por la ley. Respecto a dichas transacciones, los derechos y obligaciones del Vendedor y del Comprador los determinará la ley.

Servicios de reparación

Hewlett-Packard mantiene centros de servicios de reparación en muchos países. Estos centros proporcionan servicios de reparación o de sustitución (con un modelo equivalente o más reciente) de la calculadora, independientemente de la garantía. Existe un cargo para los servicios de reparación efectuados después del periodo de garantía. Normalmente, las calculadoras se reparan y vuelven a enviar al propietario dentro de un plazo de 5 días hábiles.

- **En los Estados Unidos:** Envíe la calculadora al Centro de Reparaciones de Calculadoras que se indica en la contraportada.
- **En Europa:** Póngase en contacto con la oficina de ventas o el distribuidor, o bien con la sede central europea de HP para que le indiquen la dirección del centro de reparaciones más próximo. *No envíe la calculadora a un centro de reparaciones sin haberse puesto en contacto previamente con una oficina de Hewlett-Packard.*

Hewlett-Packard S.A.
150, Route du Nant-d'Avril
P.O. Box CH 1217 Meyrin 2
Ginebra, Suiza
Teléfono: 022 780.81.11

- **En los demás países:** Póngase en contacto con una oficina de ventas de HP o con su distribuidor, o bien escriba al Centro de Reparaciones de Calculadoras de Estados Unidos (la dirección se indica en la contraportada) para conocer la dirección de otros centros de reparaciones. Si no dispone de un centro próximo, puede enviar la calculadora al Centro de Reparaciones de Calculadoras de Estados Unidos.

Todos los gastos de envío, reimportación y aduanas quedan a cargo del cliente.

Cargos de reparaciones

Existe un cargo estándar por reparaciones efectuadas después del periodo de garantía. El Centro de Reparaciones de Calculadoras (la dirección se indica en la contraportada) podrá informarle del importe de dicho cargo. Los cargos totales estarán sujetos a los impuestos locales sobre las ventas o a los impuestos de valor añadido, si aplicables.

Las calculadoras que hayan sufrido daños accidentales o por uso indebido no estarán sujetas a los cargos de reparaciones fijados. En estos casos, los cargos se determinarán individualmente en función de las horas de trabajo y del material sustituido.

Instrucciones de envío

Si necesita reparar su calculadora, envíela al centro de reparaciones autorizado más cercano o al punto designado para su recogida.

Asegúrese de que no olvida:

- Incluir su dirección y una descripción del problema.
- Incluir un comprobante de la fecha de adquisición si no ha expirado el periodo de garantía.
- Incluir una orden de compra, cheque o número de tarjeta de crédito con fecha de vencimiento (Visa o MasterCard) para cubrir el cargo estándar de reparación. En los Estados Unidos y en otros países la calculadora reparada se puede devolver contra reembolso, si no se paga por adelantado.
- Enviar la calculadora en un paquete con la protección adecuada para evitar que se dañe. Dichos daños no están cubiertos por la garantía, por lo que le recomendamos que asegure el paquete.
- Pagar los cargos de envío al centro de reparaciones de Hewlett-Packard, independientemente de que la calculadora tenga garantía.

Garantía sobre el servicio de reparación

La reparación queda garantizada contra defectos de material y mano de obra por un periodo de 90 días a partir de la fecha de reparación.

Contratos de servicio de reparación

En los Estados Unidos se puede contratar un servicio de asistencia técnica y reparación. Consulte el formulario incluido en este manual. Para más información, póngase en contacto con el Centro de Reparaciones de Calculadoras (vea en la contraportada).

Información sobre regulaciones

Estados Unidos. La calculadora HP 32SII genera y utiliza energía de frecuencia y puede interferir en la recepción radiofónica o televisiva. La calculadora cumple con las limitaciones para los dispositivos de cálculo de Clase B especificadas en las Normas FCC, Parte 15, Subapartado J, que proporcionan la protección adecuada contra dichas interferencias en una instalación doméstica. En el caso improbable de que existan interferencias en la recepción radiofónica y televisiva (que se puede determinar apagando y encendiendo la calculadora o retirando las baterías), intente lo siguiente:

- Reorientar la antena de recepción.
- Reubicar la calculadora respecto al receptor.

Para más información, consulte a su distribuidor, a un técnico de radio y televisión competente o el siguiente folleto, preparado por la Comisión Federal de Comunicaciones: *How to Identify and Resolve Radio-TV Interference Problems*. Para obtenerlo diríjase a: U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 20402, Stock Number 004-000-00345-4. En el momento de la primera impresión de este manual, el número de teléfono era (202) 783-3238.

Alemania Occidental. La calculadora HP 32SII cumple con las normas de eliminación de interferencias VFG 1046/84, VDE 0871B y parecidas. Si utiliza un equipo no autorizado por Hewlett-Packard, la configuración del sistema deberá cumplir con los requisitos del Párrafo 2 del Comunicado Federal Alemán, Orden (VFG) 1046/84, con fecha del 14 de Diciembre de 1984.

Memoria de usuario y la pila

En este apéndice se tratan los siguientes temas:



- La asignación y los requisitos de la memoria de usuario.
- Cómo restaurar la calculadora sin que afecte a la memoria.
- Cómo borrar (purgar) toda la memoria de usuario y restaurar los valores por defecto del sistema.
- Qué operaciones afectan al desplazamiento de los registros en la pila.

Cómo gestionar la memoria de la calculadora

La calculadora HP 32SII dispone de 384 bytes de memoria de usuario para cualquier combinación de datos almacenados (variables, ecuaciones o líneas de programa). SOLVE, \int FN y los cálculos estadísticos también necesitan utilizar la memoria de usuario. (La ejecución de la operación \int FN, en concreto, precisa bastante memoria).


Todos los datos almacenados se mantendrán en la memoria hasta que decida borrarlos. El mensaje MEMORY FULL significa que la memoria no tiene espacio suficiente para la operación que desea efectuar. En ese caso, deberá borrar parte (o toda) la memoria del usuario. Por ejemplo, puede realizar una de las siguientes operaciones:

- Borrar el contenido de una o todas las variables (consulte “Cómo borrar las variables” en el capítulo 3).
- Borrar una o todas las ecuaciones (consulte “Cómo editar y borrar de ecuaciones” en el Capítulo 6).


- Borrar uno o todos los programas (consulte “Cómo borrar uno o más programas” en el Capítulo 12).
- Borrar los registros de estadísticas (pulse  **CLEAR** { Σ }).
- Borrar toda la memoria de usuario (pulse  **CLEAR** {ALL}).






Requisitos de memoria

| Datos u Operación | Cantidad de memoria utilizada |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Variables | 8 bytes para cada valor distinto a cero. (Ningún byte para los valores iguales a cero). |
| Instrucciones en líneas de programa | 1.5 bytes. |
| Números en líneas de programa | Enteros de 0 a 254: 1.5 bytes. Todos los demás números: 9.5 bytes. |
| Operaciones en ecuaciones | 1.5 bytes. |
| Números en ecuaciones | Enteros de 0 a 254: 1.5 bytes. Todos los demás números: 9.5 bytes. |
| Datos estadísticos | 48 bytes como máximo (8 bytes para cada registro de suma distinto a cero). |
| Cálculos SOLVE | 33.5 bytes. |
| Cálculos \int FN (integración) | 140 bytes. |







Para conocer la cantidad de memoria disponible, pulse  **MEM**. En pantalla aparecerá el número de bytes disponibles.

Para conocer los requisitos de memoria para ecuaciones específicas de la lista de ecuaciones:


1. Pulse  **EQN** para activar el modo Ecuaciones. (En pantalla aparecerá el mensaje EQN LIST TOP ó el extremo izquierdo de la ecuación).


2. Si fuera necesario, desplácese por la lista de ecuaciones (pulse   ó  ) hasta que vea la ecuación deseada.
3. Pulse  **SHOW** para ver la verificación (hexadecimal) y la longitud (en bytes) de la ecuación. Por ejemplo, CK=7F49 009.0.

Para conocer los requisitos totales de memoria para programas específicos:

1. Pulse  **MEM** {PGM} para visualizar la primera etiqueta de la lista de programas.
2. Desplácese por la lista de programas (pulse   o   hasta que vea la etiqueta y tamaño del programa deseado). Por ejemplo, LBL F 012.0.
3. Opcional: Pulse  **SHOW** para ver la verificación (hexadecimal) y la longitud (en bytes) del programa. Por ejemplo, CK=5DEA 012.0 para el programa F.

Para conocer los requisitos de memoria de una ecuación en un programa:

1. Visualice la línea de programa que contenga la ecuación.
2. Pulse  **SHOW** para ver la verificación y la longitud. Por ejemplo, CK=7F49 009.0.

Para liberar manualmente la memoria asignada a un cálculo SOLVE ó \int FN que se haya interrumpido, pulse  **RTN**. Esta liberación se realizará automáticamente siempre que ejecute un programa u otro cálculo SOLVE ó \int FN.

Cómo restaurar la calculadora


Si la calculadora no responde a las teclas que pulsa o no funciona normalmente, intente restaurarla. Al restaurar la calculadora se interrumpe el cálculo en curso y se cancela la introducción de programas, la introducción de dígitos, la ejecución de un programa, los cálculos SOLVE, los cálculos \int FN, la presentación VIEW o INPUT. Los datos almacenados normalmente permanecen intactos.

Para restaurar la calculadora, mantenga pulsada la tecla **C** y pulse **LN**. Si no consigue restaurar la calculadora, instale pilas nuevas.




Si la calculadora no se puede restaurar o si sigue sin funcionar correctamente, intente borrar la memoria utilizando el procedimiento especial descrito en la siguiente sección.

La calculadora puede restaurarse a sí misma si se deja caer o si se interrumpe el suministro de corriente.

Cómo borrar la memoria

Normalmente, la memoria de usuario se borra pulsando  **CLEAR** **{ALL}**. Sin embargo, existe un procedimiento de borrado más drástico que restaura la información adicional y resulta útil si el teclado no funciona correctamente.

Si la calculadora no responde a las pulsaciones y no consigue reanudar el funcionamiento restaurando la unidad o cambiando las pilas, ejecute el siguiente procedimiento de MEMORY CLEAR. Al pulsar estas teclas se borra toda la memoria, se restaura la calculadora y se restablecen todos los formatos y modos a sus definiciones originales *por defecto* (como se indica a continuación):

1. Pulse y mantenga pulsada la tecla .
2. Pulse y mantenga pulsada la tecla .
3. Pulse . (Deberá pulsar las tres teclas simultáneamente).
Cuando suelte las tres teclas y si la operación ha sido satisfactoria, en pantalla aparecerá el mensaje MEMORY CLEAR.

| Categoría | CLEAR ALL | MEMORY CLEAR (Por defecto) |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Modo angular | Igual | Grados |
| Modo de base | Igual | Decimal |
| Contraste de pantalla | Igual | Medio |
| Signo decimal | Igual | “.” |
| Denominador (/c valor) | Igual | 4095 |
| Formato de pantalla | Igual | FIX 4 |
| Señaladores | Igual | Borrados |
| Modo de presentación de fracciones | Igual | Desactivado |
| Semilla de número aleatorio | Igual | Cero |
| Puntero de ecuación | EQN LIST TOP | EQN LIST TOP |
| Lista de ecuaciones | Borrado | Borrado |
| FN= etiqueta | Nulo | Nulo |
| Puntero de programa | PRGM TOP | PRGM TOP |
| Memoria del programa | Borrado | Borrado |
| Desplazamiento registros | Activado | Activado |
| Registros de la pila | Borrados a cero | Borrados a cero |
| Variables | Borrados a cero | Borrados a cero |

La memoria se puede borrar accidentalmente si se deja caer la calculadora o si se interrumpe el suministro de energía.



El estado de desplazamiento de registros

Los cuatro registros de la pila están siempre presentes y la pila tiene siempre un *estado de desplazamiento de registros*. Esto significa que el desplazamiento de registros en la pila está siempre *activado* o *desactivado*. Estos términos se refieren al tipo de funcionamiento de la pila cuando se introduce un número en el registro X. (Consulte la sección “Pila de memoria automática” del capítulo 2).

Todas las funciones, excepto las que se indican en las dos listas siguientes, activan el desplazamiento de los registros en la pila.

Operaciones de desactivación

Para desactivar el desplazamiento de registros en la pila existen cuatro operaciones: ENTER, $\Sigma+$, $\Sigma-$ y CLx. El número que se introduzca después de una de estas operaciones de desactivación se grabará sobre el número que actualmente se encuentra en el registro X. Los registros Y, Z y T permanecen iguales.

Asimismo, cuando  y  se comportan como CLx, también desactivan el desplazamiento de los registros en la pila.

La función INPUT *desactiva* el desplazamiento en el momento en que se interrumpe un programa de solicitudes (por lo que cualquier número que introduzca se grabará sobre el que se encuentre en el registro X), pero la *activa* cuando se reanuda el programa.

Operaciones neutrales

Las siguientes operaciones no afectan al estado de desplazamiento de registros en la pila:

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| DEG, RAD, GRAD | FIX, SCI, ENG, ALL | DEC, HEX, OCT, BIN | CLVARS |
| PSE | SHOW | RADIX . RADIX , | CLΣ |
| OFF | R/S y STOP | ← ▲ y ← ▼ | C * y ◆ * |
| MEM {VAR}** | MEM {FGM}** | GTO ○ ○ | GTO ○ <i>etiqueta nn</i> |
| EQN | FDISP | Errores | PRGM y entrada de programa |
| Cambio de ventanas binarias | Introducción de dígitos | | |
| <p>*Excepto cuando se utiliza como CL<i>x</i>.</p> <p>**Incluye todas las operaciones realizadas mientras se muestra el catálogo, excepto {VAR} ENTER y {FGM} XEQ, que activan el desplazamiento de registros.</p> | | | |

Estado del registro LAST X

Las siguientes operaciones almacenan x en el registro LAST X:

| | | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| $+, -, \times, \div$ | SQRT, x^2 | $e^x, 10^x$ |
| LN, LOG | $y^x, \sqrt[x]{y}$ | $1/x$ |
| \hat{x}, \hat{y} | SIN, COS, TAN | ASIN, ACOS, ATAN |
| SINH, COSH, TANH | ASINH, ACOSH, ATANH | IP, FP, RND, ABS |
| %, %CHG | $\Sigma+, \Sigma-$ | RCL+, $-, \times, \div$ |
| $y, x \rightarrow \theta, r$ $\theta, r \rightarrow y, x$ | \rightarrow HR, \rightarrow HMS | \rightarrow DEG, \rightarrow RAD |
| Cn,r Pn,r | $x!$ | CMPLX+/- |
| CMPLX $+, -, \times, \div$ | CMPLX $e^x, \text{LN}, y^x, 1/x$ | CMPLX SIN, COS, TAN |
| \rightarrow kg, \rightarrow lb | \rightarrow °C, \rightarrow °F | \rightarrow cm, \rightarrow in |
| \rightarrow l, \rightarrow gal | | |

Recuerde que /c no afecta al registro LAST X.

La secuencia de aritmética de recuperación x **RCL** **+** *variable* almacena en el registro LAST X un valor distinto al que almacena la secuencia x **RCL** *variable* **+**. La primera almacena x en LAST X; la segunda almacena el número recuperado en LAST X.

Información adicional sobre la resolución de ecuaciones

En este apéndice se proporciona información sobre la operación SOLVE, complementaria a la que se ha facilitado en el capítulo 7.

Cómo SOLVE encuentra una raíz

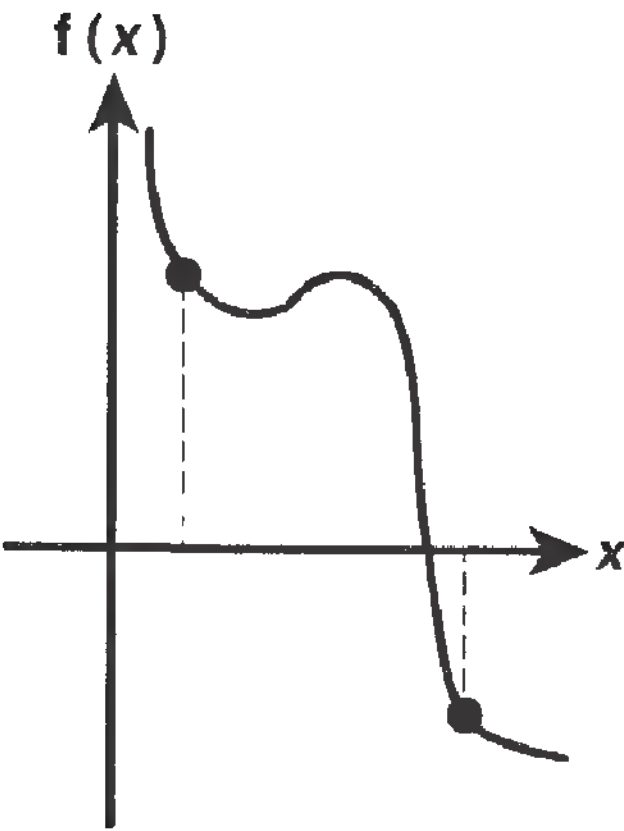
SOLVE es una operación *iterativa*; es decir, ejecuta repetidamente la ecuación especificada. El valor presentado por la ecuación es una función $f(x)$ de la variable incógnita x . ($f(x)$ es una abreviatura matemática para una función definida en términos de la variable incógnita x). SOLVE comienza con una estimación de la variable incógnita, x , y perfecciona esa estimación con cada ejecución sucesiva de la función, $f(x)$.

Si cualquiera de las dos estimaciones sucesivas de la función $f(x)$ tienen signo opuesto, entonces SOLVE supone que la función $f(x)$ cruza el eje x al menos en un punto entre las dos estimaciones. Este intervalo se va restringiendo automáticamente hasta que se encuentra la raíz.

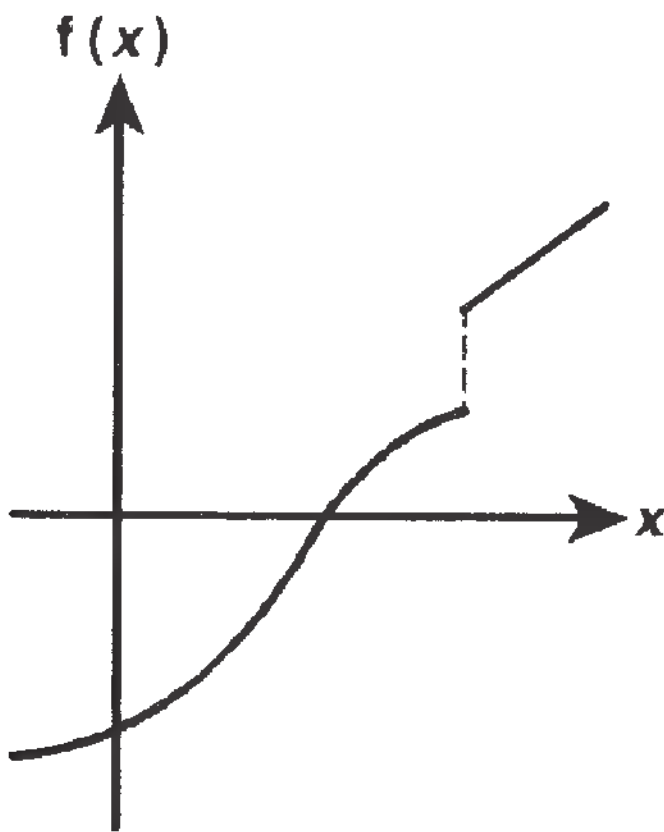
Para que SOLVE encuentre una raíz, la raíz debe de existir dentro de una gama de números de la calculadora y la función debe estar matemáticamente definida donde se produzca la búsqueda iterativa. SOLVE encontrará siempre una raíz, a condición de que exista (dentro de los límites de desbordamiento), si se satisfacen una o más de las siguientes condiciones:

- Dos estimaciones dan como resultado valores $f(x)$ con signos opuestos y el gráfico de la función cruza el eje x al menos en un punto entre estas dos estimaciones (figura a siguiente).
- $f(x)$ aumenta o disminuye siempre en función del aumento de x (figura b siguiente).

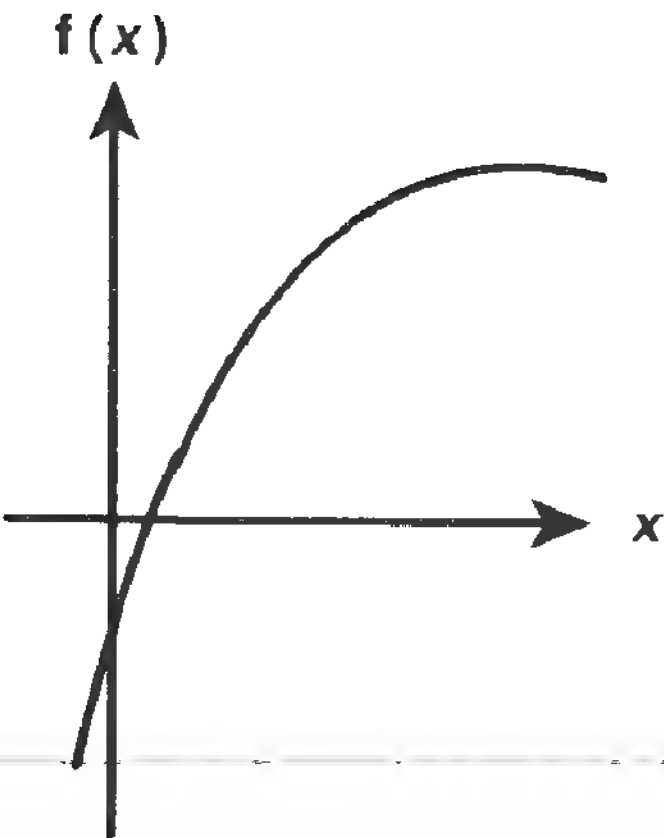
- El gráfico de $f(x)$ puede ser tanto cóncavo como convexo desde cualquier punto (figura c siguiente).
- Si $f(x)$ tiene uno o más mínimos y máximos locales, cada uno se presentará una sola vez entre las raíces adyacentes de $f(x)$ (figura d siguiente).



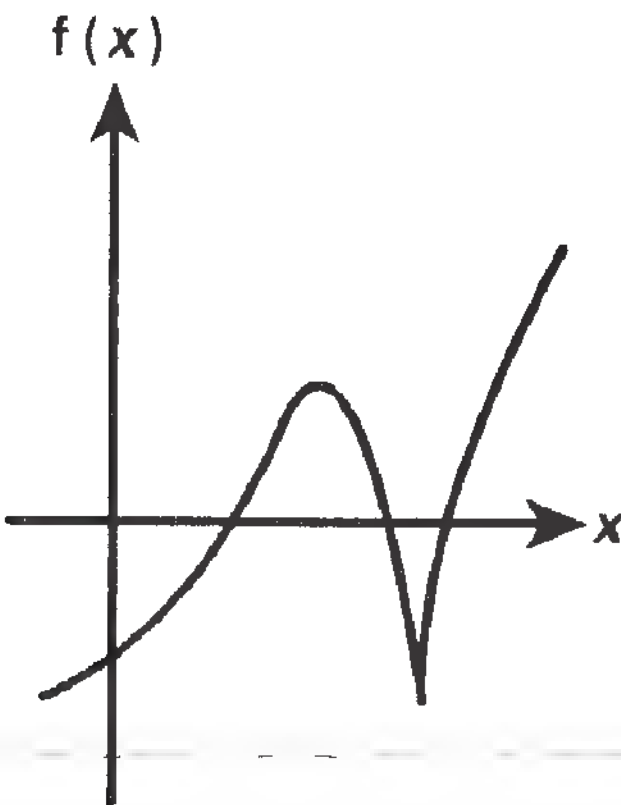
a



b



c



d

Funciones en las que se pueden encontrar las raíces.

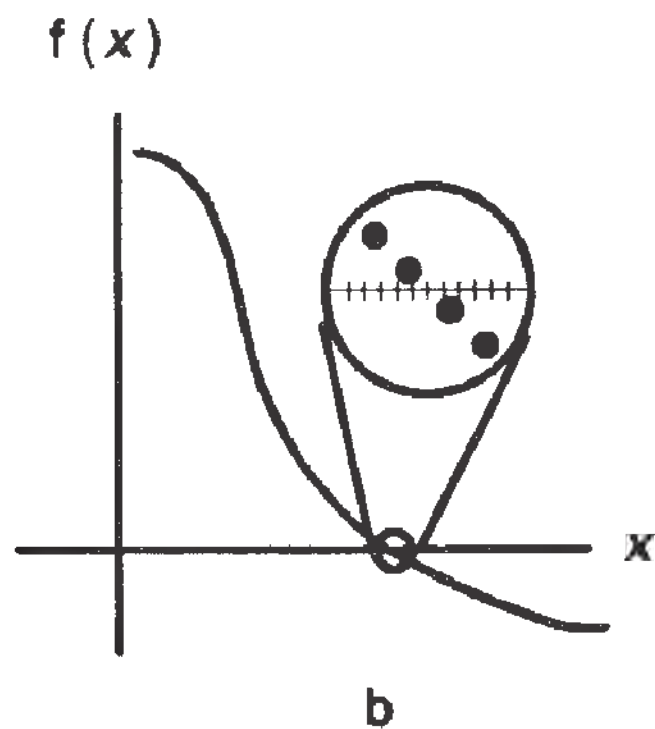
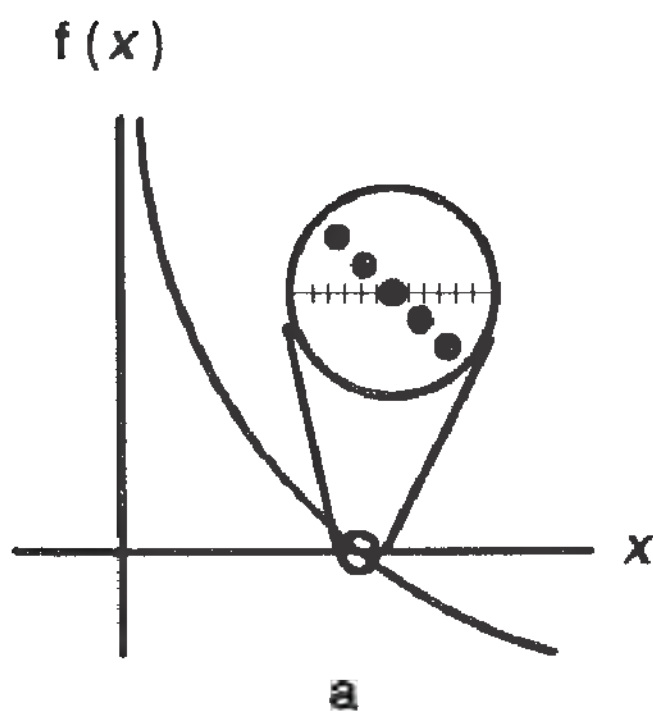
En la mayoría de las situaciones, la raíz calculada es una estimación exacta de la raíz teórica e infinitamente precisa de la raíz de la ecuación. Una solución “ideal” sería si $f(x) = 0$. Sin embargo, se puede aceptar incluso un valor pequeño distinto a cero para $f(x)$,

ya que puede ser el resultado de la aproximación de números con precisión limitada (12 dígitos).

Cómo interpretar los resultados

La operación SOLVE proporciona una solución bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- Si encuentra una estimación en la que $f(x)$ se iguala a cero. (Figura a siguiente).
- Si encuentra una estimación donde $f(x)$ no es igual a cero, pero la raíz calculada es un número de 12 dígitos adyacente al punto donde el gráfico de la función cruza el eje x (figura b siguiente). Esto sucede si las dos estimaciones finales son cercanas (es decir, difieren de 1 en el dígito decimosegundo) y el valor de la función es positivo en una estimación y negativo en otra; o bien cuando son $(0, 10^{-499})$ ó $(0, -10^{-499})$. En la *mayoría* de los casos, $f(x)$ será un valor relativamente próximo a cero.



Casos en los que se encuentra la raíz

Para obtener más información sobre el resultado, pulse **[R↓]** para visualizar la estimación anterior de la raíz (x), almacenada en el registro Y. Pulse **[R↓]** de nuevo para visualizar el valor de $f(x)$, almacenado en el registro Z. Si $f(x)$ es igual a cero o es relativamente pequeño, es probable que se haya encontrado la solución. Sin embargo, si $f(x)$ es relativamente grande, deberá tener cuidado cuando interprete los resultados.

Ejemplo: Una ecuación con una raíz.

Encuentre la raíz de la siguiente ecuación:

$$-2x^3 + 4x^2 - 6x + 8 = 0.$$

Introduzca la ecuación como una expresión:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| [→] [EQN] | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| 2 [+/-] [x] [RCL] X [y^x] 3 [+] 4 [x] [RCL] X [y^x] 2 [-] 6 [x] [RCL] X [+] 8 [ENTER] | -2XX^3+4XX^2- | Introduce la ecuación. |
| [→] [SHOW] | CK=0C6A 035.0 | Verificación y longitud. |
| [C] | | Cancela el modo de Ecuaciones. |

Ahora, resuelva la ecuación para encontrar la raíz:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 0 [STO] X 10 | 10_ | Estimaciones iniciales de la raíz. |
| [→] [EQN] | -2XX^3+4XX^2- | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra el extremo izquierdo de la ecuación. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| SOLVE X | SOLVING X=1.6506 | Encuentra el valor de X; muestra el resultado. |
| | 1.6506 | Las dos estimaciones finales corresponden a cuatro lugares decimales. |
| | -4.0000E-11 | $f(x)$ es <i>muy</i> pequeño, por lo que la aproximación es una raíz válida. |

Ejemplo: Una ecuación con dos raíces.

Encuentre las dos raíces de la siguiente ecuación parabólica:

$$x^2 + x - 6 = 0.$$

Introduzca la ecuación como una expresión:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| EQN | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| RCL X y^x 2 + RCL X - 6 ENTER | X^2+X-6 | Introduce la ecuación. |
| SHOW | CK=0363 012.0 | Verificación y longitud. |
| C | | Cancela el modo de Ecuaciones. |

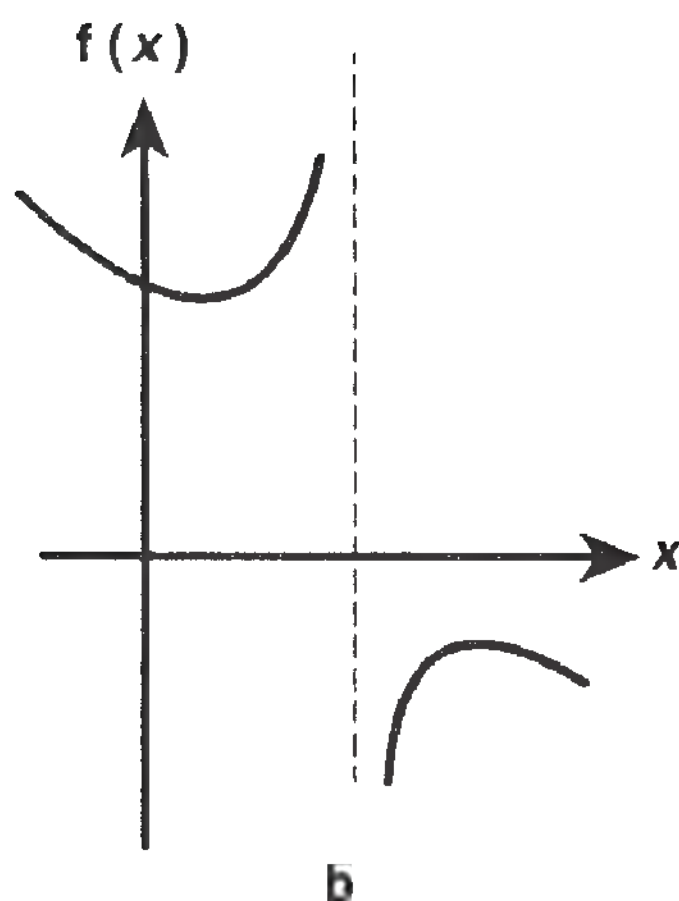
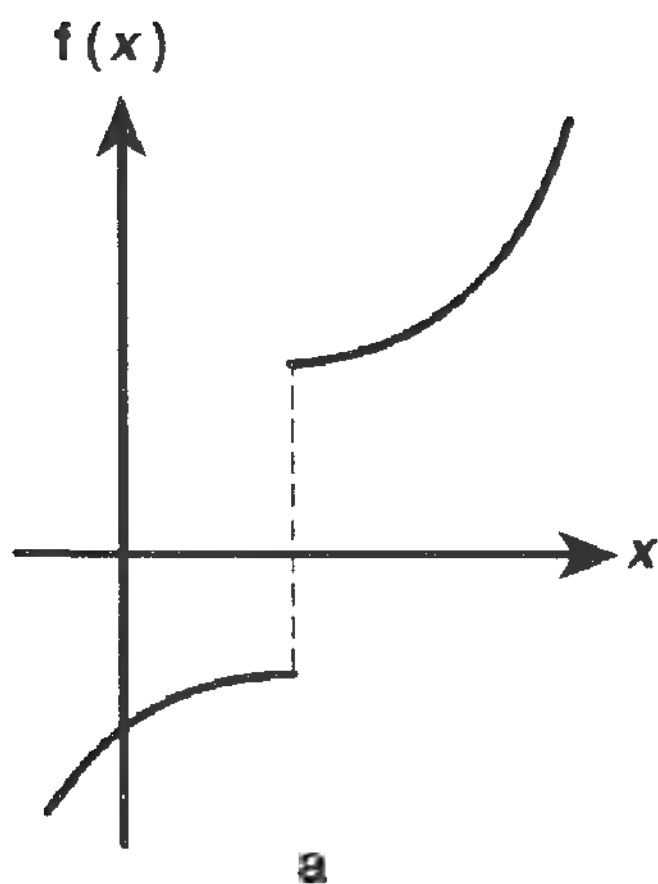
Ahora, resuelva la ecuación para encontrar las raíces positiva y negativa:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|
| 0 STO X 10 | 10_ | Estimaciones iniciales de la raíz positiva. |
| EQN | X^2+X-6 | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| SOLVE X | SOLVING X=2.0000 | Calcula la raíz positiva utilizando las estimaciones 0 y 10. |
| R↓ | 2.0000 | Las dos estimaciones finales son iguales. |
| SHOW 0 STO X 10 +/- | 0.000000000000 -10_ | $f(x) = 0$. Estimaciones iniciales de la raíz negativa. |
| EQN | X^2+X-6 | Vuelve a mostrar la ecuación. |
| SOLVE X | SOLVING X=-3.0000 | Calcula la raíz negativa utilizando las estimaciones 0 y -10. |
| SHOW | 0.000000000000 $f(x) = 0$. | |

Algunos casos requieren consideraciones especiales:

- Si el gráfico de la función presenta una discontinuidad que cruza el eje x , entonces la operación **SOLVE** da como resultado un valor adyacente a la discontinuidad (figura a siguiente). En este caso, $f(x)$ puede ser relativamente grande.
- Los valores de $f(x)$ pueden aproximarse al infinito en el punto donde el gráfico cambia de signo (figura b siguiente). Esta situación se denomina *polo*. Ya que la operación **SOLVE** determina que existe un cambio de signo entre los dos valores próximos de x , da como resultado la raíz posible. Sin embargo, el valor de $f(x)$ será relativamente grande. Si el polo aparece en un valor de x que se representa exactamente con 12 dígitos, entonces ese valor provocará la interrupción del cálculo y la aparición de un mensaje de error.



Casos especiales: Una discontinuidad y un polo

Ejemplo: Una función discontinua.

Encuentre la raíz de la siguiente ecuación:

$$IP(x) = 1.5$$

Introduzca la ecuación:

Teclas:

Pantalla:

Descripción:

[>] [EQN]

Selecciona el modo de Ecuaciones.

[>] [PARTS] {IP}

IP(X)=1.5

Introduce la ecuación.

[RCL] X [>] [)]

[>] [=] 1.5 [ENTER]

[>] [SHOW]

CK=8A55 017.0

Verificación y longitud.

[C]

Cancela el modo de Ecuaciones.

Ahora, encuentre el valor de la raíz:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------|
| 0 [STO] X 5 | 5_ | Estimaciones iniciales de la raíz. |
| [→] [EQN] | IP(X)=1.5 | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |
| [→] [SOLVE] X | SOLVING X=2.0000 | Encuentra la raíz con las estimaciones 0 y 5. |
| [→] [SHOW] | 1.999999999999 | Muestra la raíz con 11 lugares decimales. |
| [R↓] [→] [SHOW] | 2.000000000000 | La estimación anterior es ligeramente más grande. |
| [R↓] | -0.5000 | $f(x)$ es relativamente grande. |

Observe la diferencia entre las dos últimas estimaciones, así como el valor relativamente grande de $f(x)$. El problema es que no existe un valor de x por el que $f(x)$ se iguale a cero. Sin embargo, con $x = 1.999999999999$, existe un valor próximo de x que da como resultado un signo opuesto para $f(x)$.















Ejemplo: Un polo.

Encuentre la raíz de la siguiente ecuación:








$$\frac{x}{x^2 - 6} - 1 = 0.$$

Según x se aproxima a $\sqrt{6}$, $f(x)$ se convierte en un número positivo o negativo muy grande.

Introduzca la ecuación como una expresión:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
|   | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
|  X   ( X  2  6 )  1  | $X \div (X^2 - 6) - 1$ | Introduce la ecuación. |
|   | OK=CF7C 018.0 | Verificación y longitud. |
|  | | Cancela el modo de Ecuaciones. |

Ahora, encuentre el valor de la raíz:

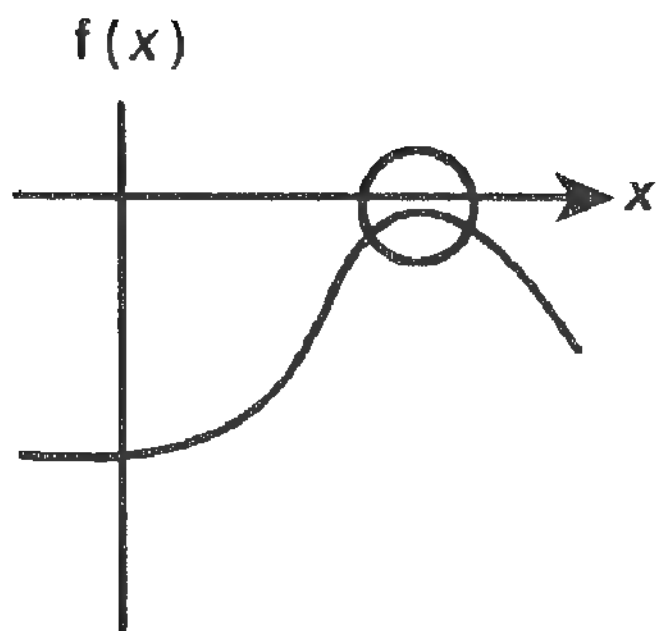
| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 2.3  X 2.7 | 2.7_ | Estimaciones iniciales de la raíz. |
|   | $X \div (X^2 - 6) - 1$ | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |
|   X | SOLVING X=2.4495 | Calcula la raíz utilizando las estimaciones cercanas a $\sqrt{6}$. |
|   | 81,649,658,092.0 | $f(x)$ es relativamente grande. |

En este caso existe un polo entre las estimaciones finales. Las estimaciones iniciales dan dado como resultado signos opuestos para $f(x)$ y el intervalo entre las estimaciones sucesivas se ha restringido hasta que se encontraron dos valores próximos. Desafortunadamente, estos valores próximos han provocado que $f(x)$ se aproximara a un polo en vez de al eje x . La función *tiene* raíces en -2 y 3 que se pueden encontrar introduciendo estimaciones más precisas.

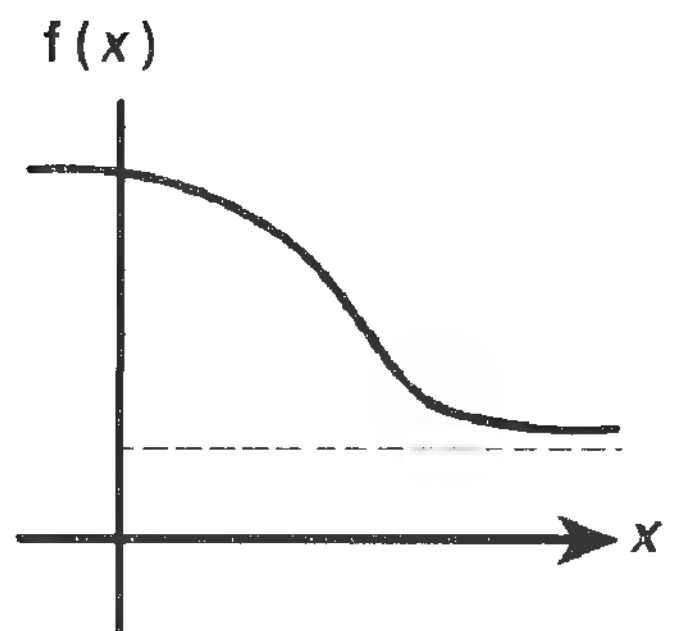
Cuando SOLVE no puede encontrar una raíz

Puede suceder que SOLVE no encuentre una raíz. Las siguientes condiciones provocan la aparición del mensaje NO ROOT FND:

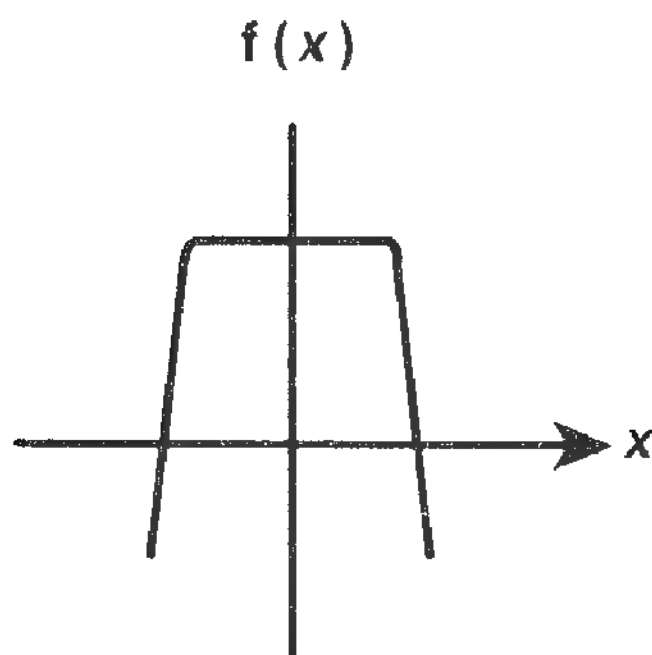
- La búsqueda termina cerca de un mínimo o máximo local (figura a siguiente). Si el valor final de $f(x)$ (almacenado en el registro Z) es relativamente próximo a cero, puede que se haya encontrado la raíz; el número almacenado en la variable incógnita puede ser un número de 12 dígitos muy próximo a la raíz teórica.
- La búsqueda se interrumpe porque SOLVE está trabajando en una asíntota horizontal—un área donde $f(x)$ es esencialmente constante en una amplia gama de x (figura b siguiente). El valor final de $f(x)$ es el valor de la asíntota potencial.
- La búsqueda se concentra en una región local “plana” de la función (figura c siguiente). El valor final de $f(x)$ es el valor de la función en esta región.



a



b



c

Casos en los que no se encuentra la raíz

La operación SOLVE da como resultado un error matemático si una estimación genera una operación no permitida—por ejemplo, división por cero, una raíz cuadrada de un número negativo o un logaritmo de cero. Recuerde que SOLVE puede generar estimaciones dentro de una gama muy amplia. Para evitar los errores matemáticos, utilice estimaciones válidas. Si se genera un error matemático, pulse **RCL** *variable incógnita* (ó **→** **VIEW** *variable*) para ver el valor que ha generado el error.













Ejemplo: Un mínimo relativo.

Calcule la raíz de esta ecuación parabólica:













$$x^2 - 6x + 13 = 0.$$

Presenta un mínimo en $x = 3$.

Introduzca la ecuación como una expresión:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
|   | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
|  X  2  6   X  13  | X^2-6XX+13 | Introduce la ecuación. |
|   | OK=5F0C 015.0 | Verificación y longitud. |
|  | | Cancela el modo de Ecuaciones. |

Ahora, encuentre el valor de la raíz:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| 0  X 10 | 10_ | Estimaciones iniciales de la raíz. |
|   | X^2-6XX+13 | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |
|   X | NO ROOT FND | La búsqueda falla con las estimaciones 0 y 10. |
|    | 3.00000010001 | Muestra la estimación final de x . |
|    | 3.00000468443 | La estimación anterior no era igual. |
|  | 4.0000 | El valor final de $f(x)$ es relativamente grande. |

Ejemplo: Una asíntota.

Encuentre la raíz de la siguiente ecuación:

$$10 - \frac{1}{x} = 0$$

Introduzca la ecuación como una expresión:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| EQN | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| 10 - 1/x RCL X) ENTER | 10-INV(X) | Introduce la ecuación. |
| SHOW C | CK=6C6D 009.0 | Verificación y longitud. Cancela el modo de Ecuaciones. |
| .005 STO X 5 | 5_ | Estimaciones positivas de la raíz. |
| EQN | 10-INV(X) | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |
| SOLVE X | X=0.1000 | Encuentra el valor de x utilizando las estimaciones 0.005 y 5. |
| R↓ | 0.1000 | La estimación anterior es igual. |
| R↓ SHOW | 0.00000000000000 $f(x) = 0.$ | |

Observe lo que sucede cuando se utilizan valores negativos para las estimaciones:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------|
| 1 +/- STO X | -1.0000 | Estimaciones negativas de la raíz. |
| 2 +/- → EQN | 10-INV(X) | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |
| → SOLVE X | NO ROOT FND | No se encuentra la raíz de $f(x)$. |
| ↶ | -46,666,666,692.1 | Muestra la última estimación de x . |
| R↓ | -5.7750E15 | La estimación anterior era mucho más grande. |
| R↓ | 10.0000 | $f(x)$ para la última estimación es bastante grande. |

Al revisar la ecuación resulta evidente que si x es un número negativo, el valor más pequeño que $f(x)$ puede tener es 10. $f(x)$ se aproxima a 10 a medida que x se convierte en un número negativo de gran magnitud.

Ejemplo: Un error matemático.

Encuentre la raíz de la siguiente ecuación:

$$\sqrt{[x \div (x + 0.3)] - 0.5} = 0.$$

Introduzca la ecuación como una expresión:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| \rightarrow EQN | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| \sqrt{x} RCL X \div \rightarrow (RCL X + 3 \rightarrow) \rightarrow) - 5 ENTER | SQRT(X÷(X+0.3 | Introduce la ecuación. |
| \rightarrow SHOW | OK=CE0C 034.0 | Verificación y longitud. |
| C | | Cancela el modo de Ecuaciones. |

Intente primero encontrar la raíz positiva:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-----------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 0 STO X 10 | 10_ | Estimaciones positivas de la raíz. |
| \rightarrow EQN | SQRT(X÷(X+0.3 | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra el extremo izquierdo de la ecuación. |
| \rightarrow SOLVE X | X=0.1000 | Calcula la raíz utilizando las estimaciones 0 y 10. |

Intente ahora encontrar la raíz negativa introduciendo las estimaciones 0 y -10. Observe que la función no está definida por lo valores de x entre 0 y -0.3, ya que esos valores generan un denominador positivo pero un numerador negativo, dando lugar a una raíz cuadrada negativa.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|----------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 0 [STO] X 10 [+/-] | -10_ | |
| [→] [EQN] | SQRT(X÷(X+0.3 | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra el extremo izquierdo de la ecuación. |
| [→] [SOLVE] X | SQRT(NEG) | Error matemático. |
| [C] [C] | | Borra el mensaje de error; cancela el modo de Ecuaciones. |
| [→] [VIEW] X | X=-0.1988 | Muestra la estimación final de x. |

Ejemplo: Una región local “plana”.

Encuentre la raíz de la siguiente función:

$$f(x) = x + 2 \text{ si } x < -1,$$

$$f(x) = 1 \text{ para } -1 \leq x \leq 1 \text{ (una región local plana),}$$

$$f(x) = -x + 2 \text{ si } x > 1.$$

Introduzca la función como el programa:

```

J01 LBL J
J02 1
J03 ENTER
J04 2
J05 RCL+ X
J06 x<>?
J07 RTN
J08 4
J09 -
J10 +/-
J11 x>>?
J12 R+
J13 RTN
Verificación y longitud: 23C2 019.5

```


Posteriormente puede borrar la línea J03 para ahorrar memoria.

Encuentre el valor de X utilizando las estimaciones iniciales de 10^{-8} y -10^{-8} .

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\boxed{\text{E}} \ 8 \ \boxed{+/-} \ \boxed{\text{STO}} \ X$ $1 \ \boxed{+/-} \ \boxed{\text{E}} \ 8 \ \boxed{+/-}$ | -1E^{-8} | Introduce las estimaciones. |
| $\boxed{\rightarrow} \ \boxed{\text{FN=}} \ J$ | -1.00000E^{-8} | Selecciona el programa “J” como función. |
| $\boxed{\rightarrow} \ \boxed{\text{SOLVE}} \ X$ | NO ROOT FND | La raíz no se ha encontrado utilizando estimaciones muy pequeñas próximas a cero (restringiendo así la búsqueda a la región plana de la función). |
| $\boxed{\uparrow}$ $\boxed{\text{R}\downarrow}$ $\boxed{\text{R}\downarrow}$ | 1.00000E^{-8} 0.0025 1.00000 | Las dos últimas estimaciones están muy distanciadas y el valor final de $f(x)$ es grande. |

Si utiliza estimaciones más grandes, entonces SOLVE puede encontrar las raíces, al encontrarse fuera de la región plana (con $x = 2$ y $x = -2$).

Error de redondeo

La precisión limitada (12 dígitos) de la calculadora puede provocar errores, debido al redondeo, que afectan negativamente en las soluciones iterativas de SOLVE y en la integración. Por ejemplo:

$$[(|x| + 1) + 10^{15}]^2 - 10^{30} = 0$$

no tiene raíces porque $f(x)$ es siempre mayor que cero. Sin embargo, teniendo las estimaciones iniciales de 1 y 2, SOLVE da como resultado 1.0000 debido al error de redondeo.

Asimismo, el error de redondeo puede impedir que SOLVE encuentre una raíz. La siguiente ecuación:

$$|x^2 - 7| = 0$$

tiene una raíz de $\sqrt{7}$. Sin embargo, ningún número de 12 dígitos se iguala *exactamente* a $\sqrt{7}$, por lo que la calculadora no podrá nunca igualar la función a cero. Además, la función no puede cambiar nunca de signo. SOLVE presenta el mensaje NO ROOT FND. Sin embargo, la estimación final de x (pulse $\left[\leftarrow\right]$ para visualizarla) es la mejor aproximación de 12 dígitos posible de la raíz al terminar la rutina.

Subdesbordamiento

El *subdesbordamiento* se produce cuando la magnitud de un número es inferior a la que puede representar la calculadora, por lo que se sustituye por cero. Esto puede afectar a los resultados de SOLVE. Por ejemplo, considere la ecuación:

$$\frac{1}{x^2}$$

cuya raíz tiene un valor infinito. Debido al subdesbordamiento, SOLVE presenta como raíz un valor muy grande. (En cualquier caso, la calculadora no puede representar el infinito).

Información adicional sobre la integración

En este apéndice se proporciona información sobre la integración, complementaria a la que se ha facilitando en el capítulo 8.

Cómo se calcula la integral

El algoritmo utilizado por la operación de integración, $\int f(x) dx$, calcula la integral de una función $f(x)$ mediante el cálculo de una media ponderada de los valores de la función en muchos valores de x (denominados puntos muestrales) dentro del intervalo de integración. La exactitud del resultado de cualquier proceso de este tipo depende del número de puntos muestrales considerados: normalmente, cuantos más puntos muestrales haya, mayor será la exactitud. Si $f(x)$ se pudiese calcular con un número infinito de puntos muestrales, el algoritmo podría proporcionar siempre—omitiendo la limitación impuesta por la inexactitud de la función $f(x)$ calculada—un resultado exacto.

El cálculo de una función con número infinito de puntos muestrales llevaría un tiempo ilimitado. Sin embargo, esto no es necesario, ya que la exactitud máxima de la integral calculada está limitada por la exactitud de los valores de la función calculada. Al utilizar sólo un número finito de puntos muestrales, el algoritmo puede calcular una integral que sea tan exacta como justificada, considerando la incertidumbre inherente a $f(x)$.

El algoritmo de integración en principio considera sólo algunos puntos muestrales, dando como resultado aproximaciones relativamente inexactas. Si estas aproximaciones no llegan todavía a la exactitud que permite la exactitud de $f(x)$, se realiza una iteración (repetición) del algoritmo con un número mayor de puntos muestrales. Estas iteraciones continúan, utilizando alrededor del doble de puntos

muestrales cada vez, hasta que la aproximación resultante sea tan exacta como justificada, considerando la incertidumbre inherente a $f(x)$.

Como se ha explicado en el capítulo 8, la incertidumbre de la aproximación final es un número derivado del formato de presentación, que especifica la incertidumbre de la función. Al final de cada iteración, el algoritmo compara la aproximación calculada durante la iteración con las aproximaciones calculadas durante las dos iteraciones anteriores. Si la diferencia entre cualquiera de estas tres aproximaciones y las otras dos es inferior a la incertidumbre tolerable en la aproximación final, los cálculos terminan, dejando la aproximación actual en el registro X y la incertidumbre respectiva en el registro Y.

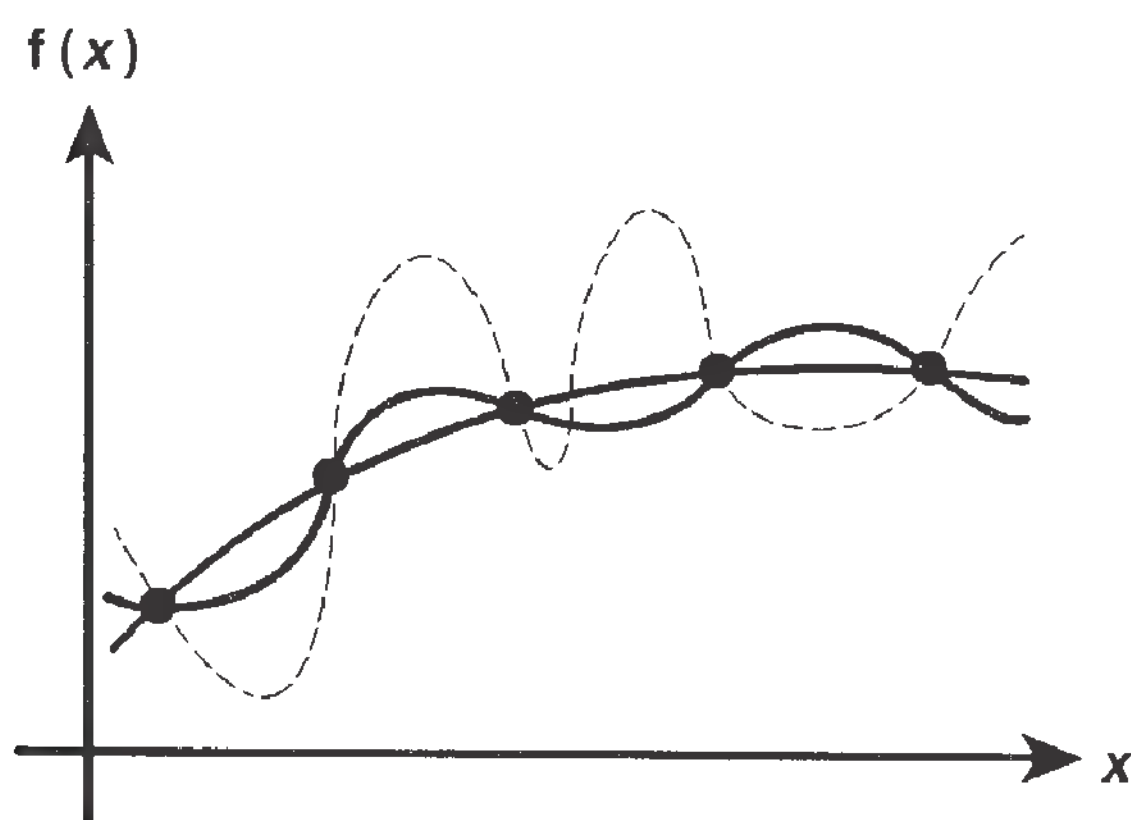
Es muy poco probable que los errores presentes en cada una de las tres aproximaciones sucesivas—es decir, las diferencias entre la integral real y las aproximaciones—sean todos mayores que la disparidad entre las aproximaciones mismas. Por consiguiente, el error de la aproximación final será menor que su incertidumbre (a condición de que $f(x)$ no varíe con rapidez). Aunque no podemos conocer el error existente en la aproximación final, es muy poco probable que el error supere la incertidumbre mostrada de la aproximación. En otras palabras, la estimación de incertidumbre almacenada en el registro X es muy probable que sea el “límite superior” de la diferencia entre la aproximación y la integral real.

Condiciones que puede producir resultados incorrectos

Aunque el algoritmo de integración de la calculadora HP 32SII sea uno de los mejores existentes, en determinadas condiciones—al igual que todos los demás algoritmos de integración numérica—puede proporcionar un resultado incorrecto. *La posibilidad de que esto suceda es extremadamente remota.* El algoritmo se ha diseñado para que proporcione resultados exactos con casi cualquier función *uniforme*. Sólo en las funciones que presentan un comportamiento *extremadamente* irregular puede existir el riesgo de que se produzca un resultado inexacto. Dichas funciones aparecen en muy raras ocasiones

si los problemas están relacionados con una situación física real; en ese caso, normalmente se reconocen y tratan de forma directa.

Desafortunadamente, dado que todo lo que el algoritmo conoce sobre $f(x)$ son sus valores en los puntos muestrales, no puede distinguir entre $f(x)$ y cualquier otra función que coincida con $f(x)$ en todos los puntos muestrales. Esta situación se presenta en el siguiente ejemplo, donde aparecen tres funciones (superpuestas en una parte del intervalo de integración) cuyos gráficos incluyen los muchos puntos muestrales que tienen en común.



Con este número de puntos muestrales, el algoritmo calculará la misma aproximación para la integral de cualquiera de las funciones mostradas. Las integrales reales de las funciones mostradas con línea continua y punteada son parecidas, por lo que la aproximación será bastante exacta si $f(x)$ es una de estas funciones. Sin embargo, la integral real de la función mostrada con línea punteada es bastante distinta a la de las otras, por lo que la aproximación en curso será bastante inexacta si $f(x)$ es esta función.

El algoritmo llega a conocer el comportamiento general de la función al examinar la función con un número cada vez mayor de puntos. Si una fluctuación de la función en una región no es distinta al comportamiento observado en el resto del intervalo de integración, es probable que en algunas de las iteraciones el algoritmo detecte la fluctuación. Cuando esto sucede, el número de puntos muestrales aumenta hasta que las iteraciones sucesivas generen aproximaciones

que tengan en cuenta la presencia de las fluctuaciones más rápidas pero características de la función.

Por ejemplo, considere la siguiente aproximación:

$$\int_0^{\infty} x e^{-x} dx.$$

Puesto que esta integral se está calculando numéricamente, puede suponer que el límite superior de la integración se tiene que representar como 10^{499} , que es virtualmente el número más alto que se puede introducir en la calculadora.

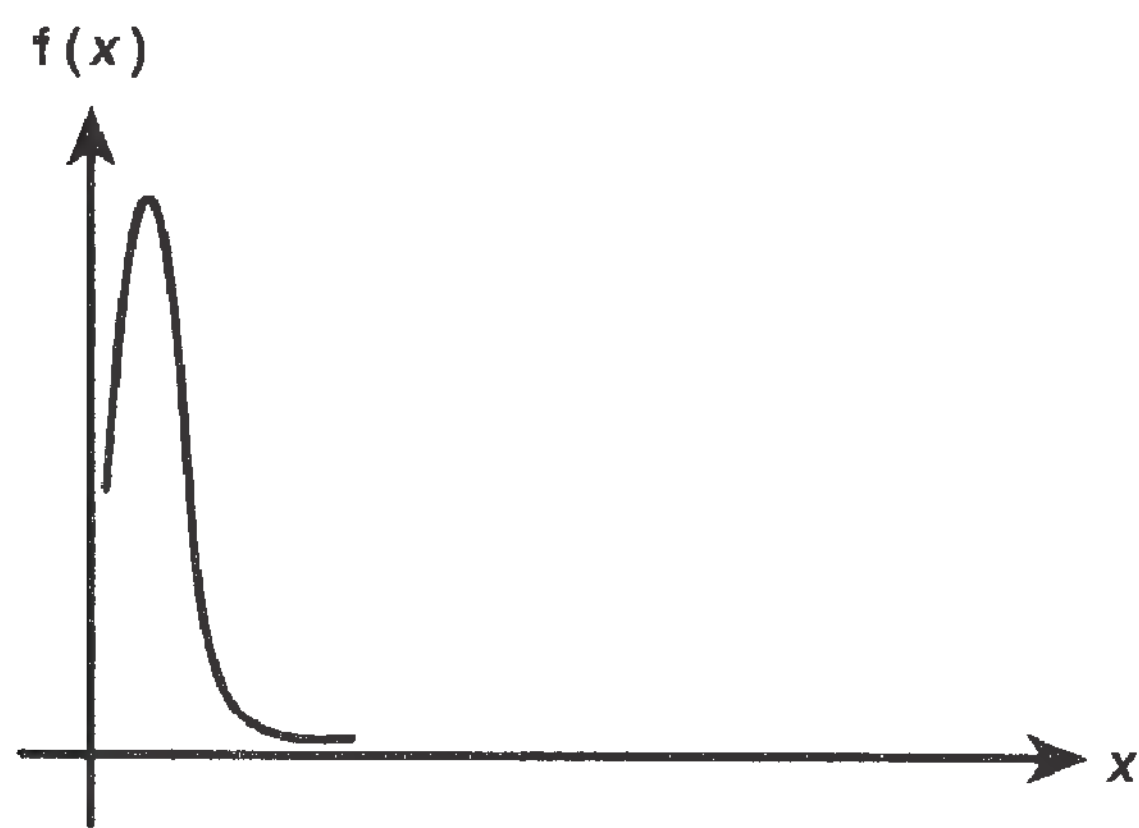
Inténtelo y verá lo que sucede. Introduzca la función $f(x) = x e^{-x}$.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------|---------------|-----------------------------------|
| EQN | | Selecciona el modo de Ecuaciones. |
| X | XXEXP(■ | Introduce la ecuación. |
| X | XXEXP(-X) | Fin de la ecuación. |
| ENTER | | |
| | CK=297F 010.5 | Verificación y longitud. |
| | | Cancela el modo de Ecuaciones. |

Establezca el formato de presentación SCI 3, especifique el límite de integración inferior y superior como cero y 10^{499} , y comience la integración.

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|--------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
| {SCI} 3 0 499 | 1E499_ | Especifica el nivel de exactitud y los límites de integración. |
| | XXEXP(-X) | Selecciona el modo de Ecuaciones; muestra la ecuación. |
| X | INTEGRATING J=0.000E0 | Aproximación de la integral. |

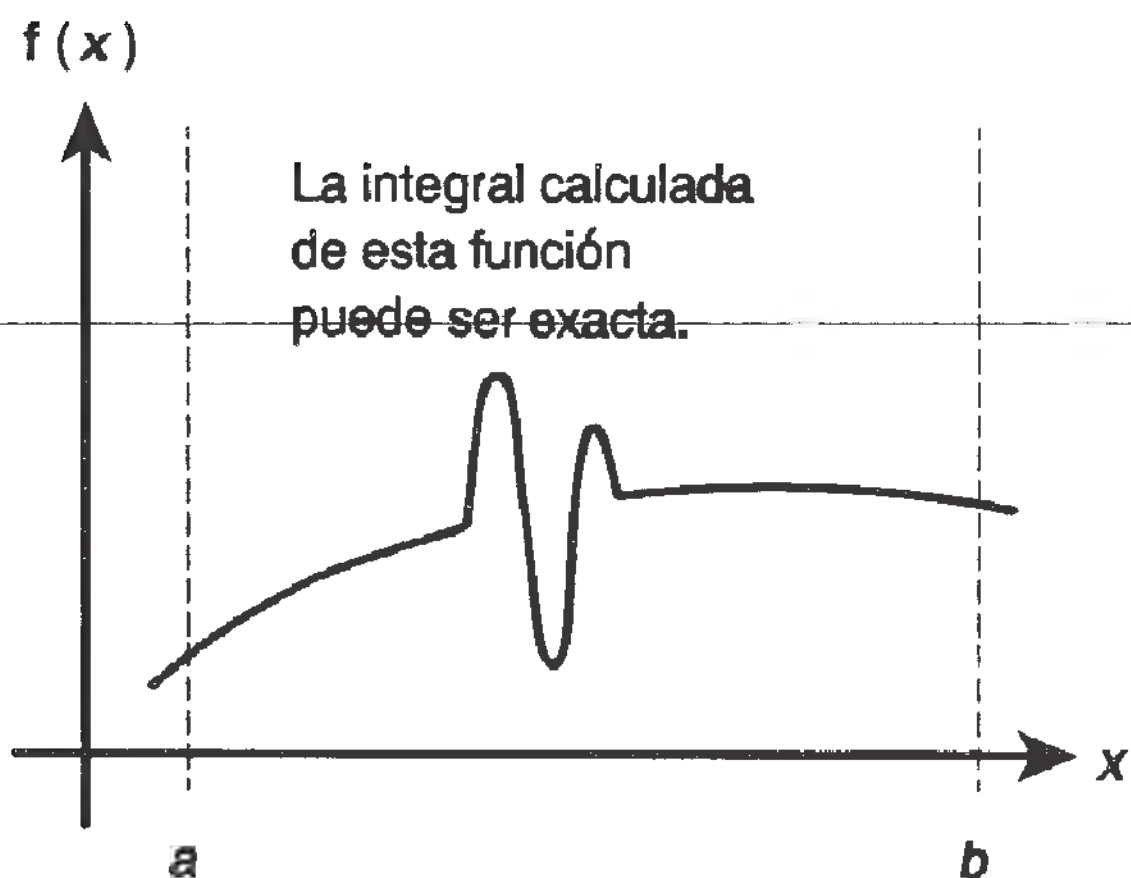
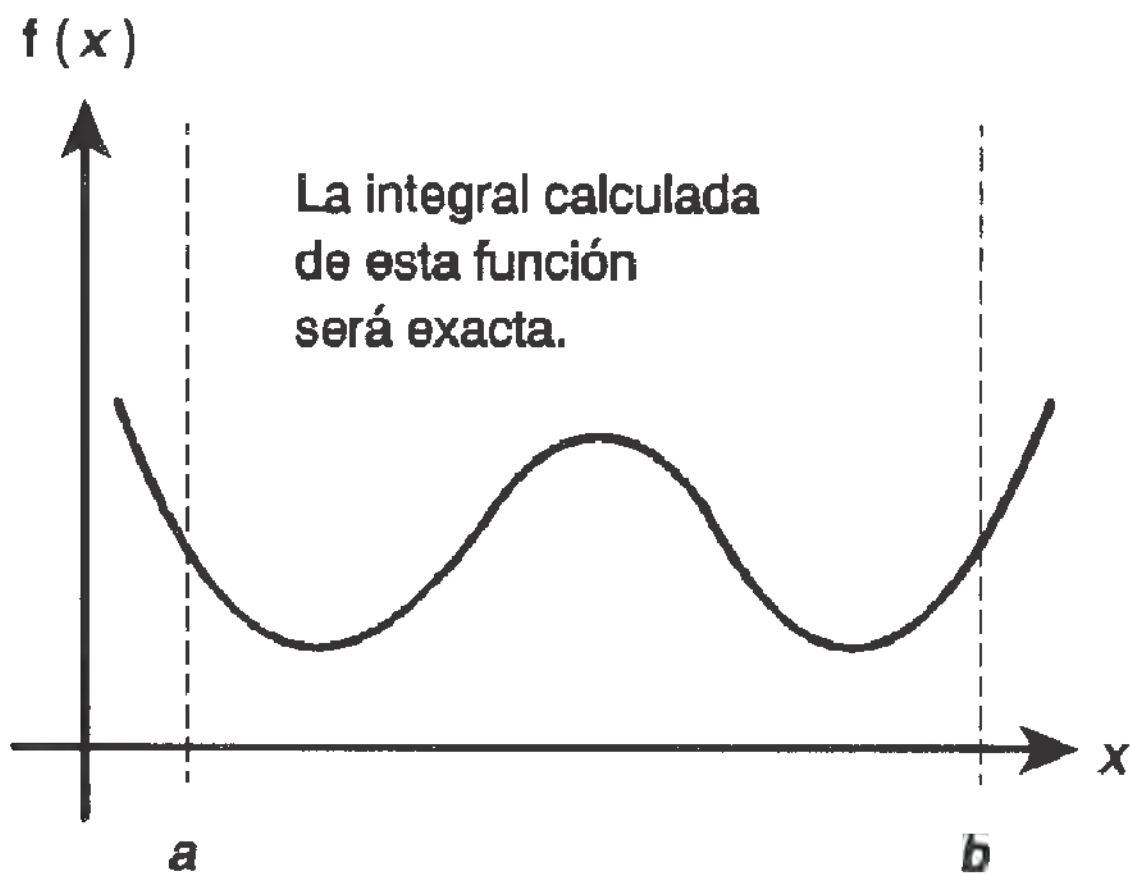
El resultado dado por la calculadora es claramente incorrecto, ya que la integral real de $f(x) = xe^{-x}$ de cero a ∞ es exactamente 1. Pero el problema *no* es que ∞ se haya representado mediante 10^{499} , ya que la integral real de esta función de cero a 10^{499} es muy próxima a 1. El motivo de que exista una respuesta incorrecta queda claro si se observa el gráfico de $f(x)$ sobre el intervalo de integración.



El gráfico es un pico muy cercano al origen. Dado que ningún punto muestral ha descubierto el pico, el algoritmo ha supuesto que $f(x)$ era exactamente igual a cero en todo el intervalo de integración. Aunque se aumentase el número de puntos muestrales calculando la integral en el formato SCI 11 ó ALL, ninguno de los puntos muestrales adicionales descubriría el pico al integrar esta función concreta sobre ese intervalo concreto. (Para más información sobre cómo enfocar problemas de este tipo, consulte la siguiente sección, “Condiciones que prolongan el tiempo de cálculo”).

Afortunadamente, las funciones que presentan tales aberraciones (una fluctuación que no es característica del comportamiento de la función en otro punto) son muy poco comunes, por lo que será difícil que tenga que integrar una. Una función que puede proporcionar resultados incorrectos se puede identificar fácilmente si se observa la rapidez con la que la misma y sus derivadas de orden inferior varían en el intervalo de integración. Básicamente, cuanto más rápida sea la variación de la función o de sus derivadas, y cuanto menor sea el orden de dichas derivadas que varían con rapidez, más lento será el cálculo y menos exacta será la aproximación resultante.

Observe que la rapidez de variación en la función (o de sus derivadas de orden inferior) debe determinarse respecto a la amplitud del intervalo de integración. Teniendo un número de puntos muestrales, una función $f(x)$ que tenga tres fluctuaciones se puede caracterizar mejor mediante sus puntos muestrales si estas variaciones se distribuyen en gran parte del intervalo de integración, que si se confinaran sólo en una pequeña fracción del intervalo. (Estas dos situaciones se presentan mejor en los dos ejemplos siguientes). Si se consideran las variaciones o fluctuaciones como un tipo de oscilación en la función, el criterio de interés es la proporción entre el periodo de las oscilaciones y la amplitud del intervalo de integración: cuanto más grande sea esta proporción, más rápido será el cálculo y más exacta será la aproximación resultante.



En muchos casos, conocerá la función que quiere integrar lo suficiente como para conocer si la función tiene variaciones rápidas relativas al intervalo de integración. Si no conoce la función y sospecha que pueda causar problemas, puede trazar rápidamente algunos puntos calculando la función y utilizando la ecuación o programa que ha escrito para tal propósito.

Si, por cualquier motivo, después de haber obtenido una aproximación a una integral, sospecha de su validez, existe un procedimiento sencillo para verificarla: subdivida el intervalo de integración en dos o más subintervalos adyacentes, integre la función sobre cada subintervalo y a continuación sume las aproximaciones resultantes. De este modo la función se examinará con un conjunto totalmente nuevo de puntos muestrales, por lo que habrá más probabilidades de que revele picos antes ocultos. Si la aproximación inicial era válida, será igual a la suma de aproximaciones sobre los subintervalos.

Condiciones que prolongan el tiempo de cálculo

En el ejemplo anterior, el algoritmo presentaba un resultado incorrecto porque no había detectado el pico de la función. Esto se debe a que la variación en la función era demasiado rápida respecto a la amplitud del intervalo de integración. Si la amplitud del intervalo hubiese sido inferior, el resultado habría sido correcto; pero hubiese llevado mucho tiempo si el intervalo hubiese sido aún demasiado grande.

Considere una integral en la que el intervalo de integración es lo suficientemente amplio como para precisar un tiempo de cálculo excesivo, pero no tanto como para que el resultado fuera incorrecto.

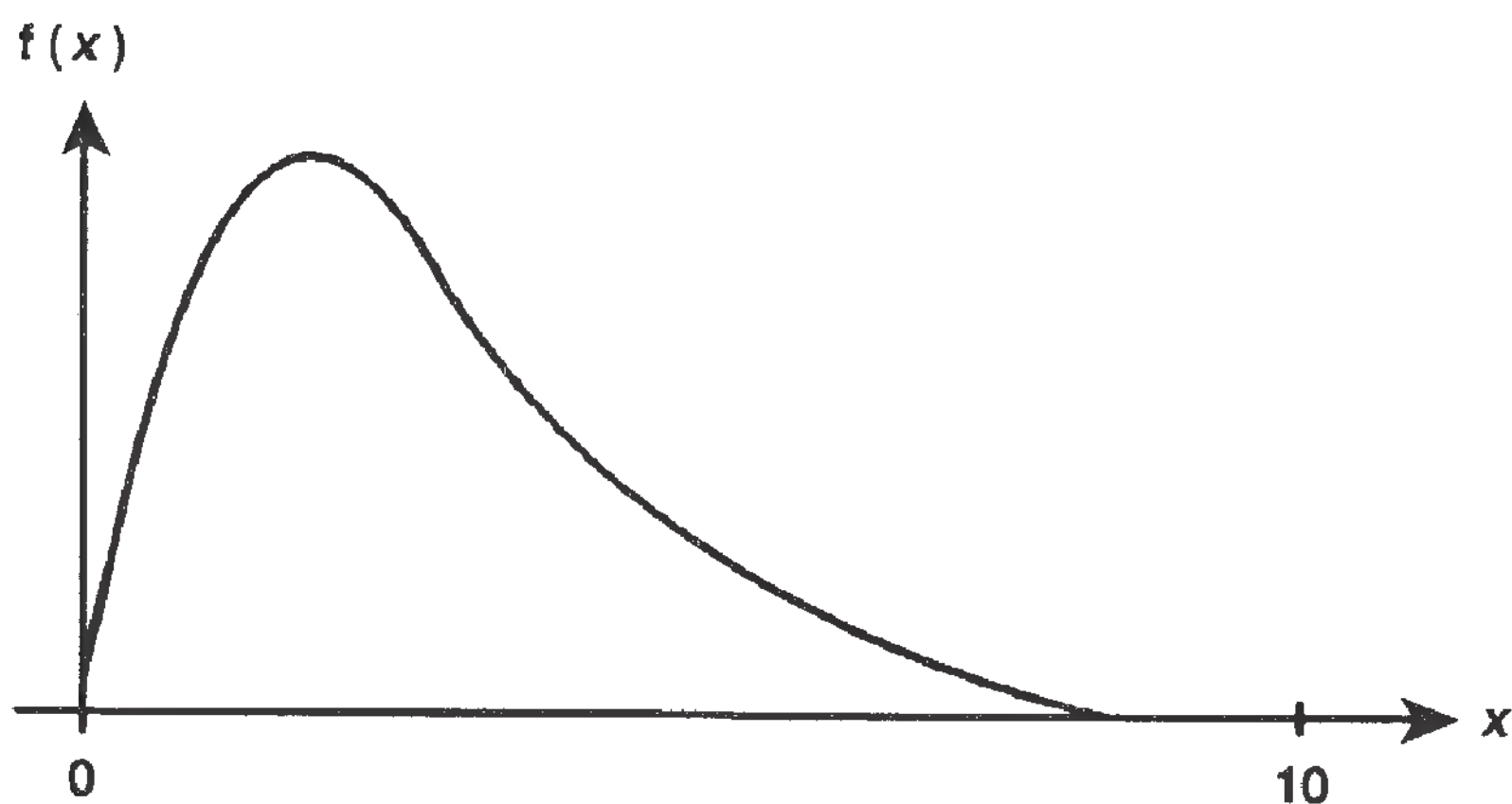
Tenga en cuenta que al acercarse $f(x) = xe^{-x}$ a cero con mucha

rapidez según x se acerca a ∞ , los valores grandes de x facilitan muy poco en el cálculo de la integral de la función. Por lo tanto, puede calcular la integral sustituyendo ∞ , el límite de integración superior, por un número no tan alto como 10^{499} —como por ejemplo 10^3 .

Vuelva a ejecutar el problema de integración anterior con este nuevo límite de integración:

| Teclas: | Pantalla: | Descripción: |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------|
| 0 ENTER E 3 | 1E3_ | Nuevo límite superior. |
| → EQN | XXEXP(-X) | Selecciona el modo de Ecuaciones: muestra la ecuación. |
| → ∫ X | INTEGRATING J=1.000E0 | Integral. (El cálculo lleva uno o dos minutos). |
| xy | 1.824E-4 | Incertidumbre de aproximación. |

Esta es la respuesta correcta, pero ha llevado mucho tiempo. Para entender el motivo, compare el gráfico de la función entre $x = 0$ y $x = 10^3$, que es parecido al del ejemplo anterior, con el gráfico de la función entre $x = 0$ y $x = 10$:



Puede comprobar que esta función es “interesante” sólo con valores de x pequeños. Si los valores de x fuesen más grandes, la función ya no interesaría, ya que disminuiría gradual y uniformemente de forma pronosticable.

El algoritmo examina la función con densidades más grandes de puntos muestrales, hasta que la disparidad entre las aproximaciones sucesivas se vuelve suficientemente pequeña. En el caso de un intervalo reducido que abarca un área donde la función es interesante, lleva menos tiempo alcanzar esta densidad crítica.

Para obtener la misma densidad de puntos muestrales, el número total de puntos muestrales necesarios sobre el intervalo más amplio se muy superior al número necesario sobre un intervalo más pequeño. Por consiguiente, sobre un intervalo más amplio serán necesarias muchas más iteraciones para obtener una aproximación con la misma exactitud; asimismo, el cálculo de la integral llevará mucho más tiempo.

Puesto que el tiempo de cálculo depende de la rapidez con la que se obtiene una determinada densidad de puntos muestrales en una región donde la función es interesante, el cálculo de la integral de cualquier función se prolongará si el intervalo de integración incluye regiones en las que en su mayoría la función no es interesante. Afortunadamente, si tiene que calcular una integral de este tipo, puede modificar el problema de forma que el tiempo de cálculo se reduzca considerablemente. Dos de las técnicas utilizadas para ello son la subdivisión del intervalo de integración y la transformación de las variables. Estos métodos le permiten cambiar la función o los límites de integración para que el integrando tenga un comportamiento más favorable sobre el intervalo o intervalos de integración.

Mensajes

La calculadora responde a determinadas condiciones o pulsaciones de tecla mostrando en pantalla un mensaje. El símbolo ▲ aparece para indicar que debe prestar atención al mensaje. En algunas condiciones importantes, el mensaje permanecerá en pantalla hasta que lo borre. Para borrar el mensaje, pulse **C** ó **⏏**; si pulsa cualquier otra tecla, se borrará el mensaje y se ejecutará la función de la tecla que ha pulsado.

| | |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| JFN ACTIVE | Un programa en ejecución ha intentado seleccionar una etiqueta de programa (FN= <i>etiqueta</i>) mientras se realizaba un cálculo de integración. |
| J(JFN) | Un programa en ejecución ha intentado integrar un programa (JFN \neq <i>variable</i>) mientras se realizaba otro cálculo de integración. |
| J(SOLVE) | Un programa en ejecución ha intentado resolver un programa mientras se realizaba un cálculo de integración. |
| ALL VARS=0 | El catálogo de variables (⏪ MEM {VAR}) indica que no existen valores almacenados. |
| CALCULATING | La calculadora está ejecutando una función que puede llevar cierto tiempo. |
| CLR EQN? Y N | Le permite verificar si desea borrar la ecuación que está editando. (Aparece sólo en el modo de Ecuaciones). |
| CLR PGMS? Y N | Le permite verificar si desea borrar <i>todos los programas</i> de la memoria. (Aparece sólo en el modo de entrada de programas). |

| | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIVIDE BY 0 | Ha intentado dividir por cero. (Incluye %CHG si el registro Y contiene un cero). |
| DUPLICAT. LBL | Ha intentado introducir una etiqueta de programa ya existente para otra rutina de programa. |
| EQN LIST TOP | Indica la parte “superior” de la memoria de ecuaciones. El esquema de la memoria es circular, por lo que EQN LIST TOP es también la “ecuación” siguiente a la última ecuación de la memoria de ecuaciones. |
| INTEGRATING | La calculadora está calculando la integral de una ecuación o programa. <i>Puede tardar cierto tiempo.</i> |
| INTERRUPTED | La ejecución de una operación SOLVE ó \int FN se ha interrumpido pulsando C ó R/S . |
| INVALID DATA | Dato erróneo: <ul style="list-style-type: none"> ■ Ha intentado calcular combinaciones o permutaciones con $r > n$, con fraccionarios r ó n, ó con $n \geq 10^{12}$. ■ Ha intentado utilizar una función trigonométrica o hiperbólica con un argumento no válido: <ul style="list-style-type: none"> □ TAN con x múltiplo impar de 90°. □ ACOS ó ASIN con $x < -1$ ó $x > 1$. □ HYP ATAN con $x \leq -1$; ó $x \geq 1$. □ HYP ACOS con $x < 1$. |
| INVALID EQN | Se ha detectado un error en la sintaxis de la ecuación durante el cálculo de una ecuación, SOLVE ó \int FN. |
| INVALID $x!$ | Ha intentado realizar una operación factorial o gamma con x como entero negativo. |

| | |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| INVALID \neq | <p>Error de elevación a potencia:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ha intentado elevar 0 a la potencia 0 ó a una potencia negativa. ■ Ha intentado elevar un número negativo a una potencia fraccionaria. ■ Ha intentado elevar un número complejo ($0 + i0$) a un número con una parte real negativa. |
| INVALID (i) | Ha intentado realizar una operación con una dirección indirecta, pero el número del registro de índice no es válido ($ i \geq 34$ ó $0 \leq i < 1$). |
| LOG(0) | Ha intentado calcular un logaritmo de cero ó ($0 + i0$). |
| LOG(NEG) | Ha intentado calcular un logaritmo de un número negativo. |
| MEMORY CLEAR | Se ha borrado toda la memoria de usuario (consulte la página 000). |
| MEMORY FULL | La calculadora no dispone de memoria suficiente para realizar la operación (Consulte el apéndice B). |
| NO | La condición comprobada mediante una instrucción de prueba no es verdadera. (Aparece sólo cuando se ejecuta desde el teclado). |
| NONEXISTENT | <p>Ha intentado hacer referencia a una etiqueta de programa inexistente (o número de línea) con GTO , GTO \odot , XEQ ó {FN}. Observe que el mensaje de error NONEXISTENT puede significar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ha llamado (desde el teclado) explícitamente a una etiqueta de programa que no existe; o ■ el programa que ha llamado se refiere a <i>otra</i> etiqueta que no existe. |
| NO LABELS | El catálogo de programas (← MEM {PGM}) indica que no existen etiquetas de programa almacenadas. |

| | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NO ROOT FND | SOLVE no puede encontrar la raíz de una ecuación utilizando las estimaciones iniciales actuales (consulte las páginas 000 y 000). Una operación SOLVE ejecutada en un programa no produce este error, pero la misma condición provoca que se salte la siguiente línea de programa (la línea siguiente a la instrucción <i>SOLVE variable</i>). |
| OVERFLOW | <p>Advertencia (aparece brevemente); la magnitud de un resultado es demasiado grande para la capacidad de la calculadora. La calculadora da como resultado $\pm 9.999999999999999E499$ en el formato de presentación actual. (Consulte “Amplitud de los números y Desbordamiento” en la página 00). Esta condición fija el indicador 6.</p> <p>Si se ha fijado el indicador 5, el desbordamiento tiene el doble efecto de interrumpir la ejecución del programa y dejar el mensaje en pantalla hasta que se pulse una tecla.</p> |
| PRGM TOP | Indica la parte “superior” de la memoria de programa. El esquema de la memoria es circular, por lo que PRGM TOP es también la “línea” después de la última línea de la memoria de programa. |
| RUNNING | La calculadora está ejecutando un programa (diferente a una rutina SOLVE ó \int FN). |
| SELECT FN | <p>Ha intentado ejecutar <i>SOLVE variable</i> ó \intFN d <i>variable</i> sin una etiqueta de programa seleccionada. Este mensaje puede aparecer sólo la primera vez que utiliza SOLVE ó \intFN</p> <hr/> <p>después del mensaje MEMORY CLEAR, o bien si la etiqueta actual ya no existe.</p> |
| SOLVE ACTIVE | El programa en ejecución ha intentado seleccionar una etiqueta de programa (FN= <i>etiqueta</i>) mientras se ejecutaba una operación SOLVE. |
| SOLVE(SOLVE) | El programa en ejecución ha intentado resolver un programa mientras se estaba ejecutando la operación SOLVE. |

| | |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOLVE(JFN) | El programa en ejecución ha intentado integrar un programa mientras se estaba ejecutando la operación SOLVE. |
| SOLVING | La calculadora está resolviendo una ecuación o programa para encontrar la raíz. Esta operación puede llevar algún tiempo. |
| SQRT(NEG) | Ha intentado calcular la raíz cuadrada de un número negativo. |
| STAT ERROR | Error de estadística: <ul style="list-style-type: none"> ■ Ha intentado realizar un cálculo estadístico con $n = 0$. ■ Ha intentado calcular s_x, s_y, \hat{x}, \hat{y}, m, r ó b con $n = 1$. ■ Ha intentado calcular r, \hat{x} ó $\bar{x}w$ sólo con los datos de x (todos los valores de y iguales a cero). ■ Ha intentado calcular \hat{x}, \hat{y}, r, m ó b con todos los valores de x iguales. |
| TOO BIG | La magnitud del número es demasiado grande para que se convierta a la base HEX, OCT ó BIN; el número debe estar dentro de la gama $-34,359,738,368 \leq n \leq 34,359,738,367$. |
| XEQ OVERFLOW | El programa en ejecución ha intentado ejecutar una operación XEQ <i>etiqueta</i> anidada en el octavo lugar. (Se pueden anidar sólo siete subrutinas). Ya que SOLVE y JFN utilizan un nivel cada una, también pueden generar este error. |
| YES | La condición comprobada mediante una instrucción de prueba es verdadera. (Aparece sólo cuando se ejecuta desde el teclado). |

Mensajes de la autocomprobación:

| | |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 32SII-OK | La autocomprobación y la prueba del teclado se han superado. |
| 32SII-FAIL <i>n</i> | La autocomprobación y la prueba del teclado no se han superado; debe mandar la calculadora al servicio de reparaciones. |
| COPR. HP 87,90 | Mensaje de derechos de propiedad intelectual que aparece después de haber completado satisfactoriamente la autocomprobación. |

Indice de funciones

Esta sección sirve para la consulta rápida de todas las funciones y operaciones, además de sus respectivas fórmulas, cuando haga falta. La lista se ha ordenado por orden alfabético según el nombre de la función. Este nombre es el que se utiliza en las líneas de programa. Por ejemplo, la función denominada `FIX n` se ejecuta como `[←] [DISP] {FX} n`.



















Las funciones no programables y correspondientes a una tecla tienen el nombre rodeado por una casilla. Por ejemplo, `[↵]`.

Los caracteres que no pertenecen al alfabeto y los caracteres griegos aparecen en la lista antes de las letras; los nombres de funciones precedidos por flechas (por ejemplo, `→DEG`) aparecen ordenados alfabéticamente sin tener en cuenta la flecha.














La última columna, marcada *, se refiere a las notas que se encuentran al final de la tabla.

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|---|
| <code>+/-</code> | <code>[+/-]</code> Cambia el signo de un número. | 1-11 | 1 |
| <code>+</code> | <code>[+]</code> <i>Suma</i> . Da como resultado $y + x$. | 1-15 | 1 |
| <code>-</code> | <code>[-]</code> <i>Resta</i> . Da como resultado $y - x$. | 1-15 | 1 |
| <code>×</code> | <code>[×]</code> <i>Multipliación</i> . Da como resultado $y \times x$. | 1-15 | 1 |
| <code>÷</code> | <code>[÷]</code> <i>División</i> . Da como resultado $y \div x$. | 1-15 | 1 |
| <code>^</code> | <code>[y^x]</code> <i>Potencia</i> . Indica un exponente. | 6-18 | 2 |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---|
| | Borra el último dígito tecleado; borra x ; borra un menú; borra la última función introducida en la ecuación; comienza al edición de la ecuación; borra un paso del programa. | 1-3, 1-8, 6-4, 12-7 | |
| | Muestra la entrada anterior en el catálogo; desplaza hasta la ecuación anterior de la lista de ecuaciones; desplaza el puntero de programa al paso anterior. | 1-22, 6-4, 12-20 | |
| | Muestra la entrada siguiente en el catálogo; desplaza hasta la ecuación siguiente en la lista de ecuaciones; desplaza el puntero de programa a la línea siguiente (durante la introducción del programa); ejecuta la línea de programa en curso (no durante la introducción del programa). | 1-22, 6-4, 12-11, 12-20 | |
| $1/x$ | <i>Recíproco.</i> | 1-14 | 1 |
| 10^x | <i>Exponencial común.</i> Da como resultado 10 elevado a la potencia de x . | 4-2 | 1 |
| % | <i>Porcentaje.</i> Da como resultado $(y \times x) \div 100$. | 4-6 | 1 |
| %CHG | <i>Cambio de porcentaje.</i> Da como resultado $(x - y)(100 \div y)$. | 4-6 | 1 |
| π | Da como resultado la aproximación 3.14159265359 (12 dígitos). | 4-3 | 1 |
| $\Sigma+$ | Acumula (y, x) en los registros de estadísticas. | 11-2 | |










| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|
| $\Sigma-$ |   Borra (y, x) de los registros de estadísticas. | 11-2 | |
| Σx |   $\{x\}$ Da como resultado la suma de los valores de x . | 11-12 | 1 |
| Σx^2 |   $\{x^2\}$ Da como resultado la suma de los cuadrados de los valores de x . | 11-12 | 1 |
| Σxy |   $\{xy\}$ Da como resultado la suma de los productos de los valores de x e y . | 11-12 | 1 |
| Σy |   $\{y\}$ Da como resultado la suma de los valores de y . | 11-12 | 1 |
| Σy^2 |   $\{y^2\}$ Da como resultado la suma de los cuadrados de los valores de y . | 11-12 | 1 |
| σx |   $\{\sigma x\}$ Da como resultado la desviación estándar de población de los valores de x : $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div n}.$ | 11-7 | 1 |
| σy |   $\{\sigma y\}$ Da como resultado la desviación estándar de población de los valores de y : $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div n}.$ | 11-7 | 1 |
| $\theta, r \rightarrow y, x$ |   <i>Coordenadas de polares a rectangulares.</i> Convierte (r, θ) en (x, y) . | 4-8 | |














| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|
| \int FN d <i>variable</i> | { \int FN d $_$ } <i>variable</i> Integra la ecuación mostrada o el programa seleccionado por FN=, utilizando el límite inferior de la variable de integración del registro Y y el límite superior de la variable de integración del registro X. | 8-2, 14-7 | |
| (| <i>Paréntesis abierta.</i> Comienza una cantidad asociada a una función de una ecuación. | 6-7 | 2 |
|) | <i>Paréntesis cerrada.</i> Termina la cantidad asociada a una función de una ecuación. | 6-7 | 2 |
| A a Z | <i>variable</i> ó <i>variable</i> Valor de la variable citada. | 6-5 | 2 |
| ABS | {ABS} <i>Valor absoluto.</i> Da como resultado $ x $. | 4-15 | 1 |
| ACOS | <i>Arco coseno.</i> Da como resultado $\cos^{-1} x$. | 4-4 | 1 |
| ACOSH | <i>Arco coseno hiperbólico.</i> Da como resultado $\cosh^{-1} x$. | 4-6 | 1 |
| ALOG | <i>Exponencial común.</i> Da como resultado 10 elevado a la potencia especificada (antilogaritmo). | 6-18 | 2 |
| ALL | {HLL} Selecciona la presentación de todos los dígitos significativos. | 1-17 | |
| ASIN | <i>Arco seno.</i> Da como resultado $\sin^{-1} x$. | 4-4 | 1 |
| ASINH | <i>Arco seno hiperbólico.</i> Da como resultado $\sinh^{-1} x$. | 4-6 | 1 |












| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---|
| ATAN |  ATAN <i>Arco tangente.</i> Da como resultado $\tan^{-1} x$. | 4-4 | 1 |
| ATANH |  HYP  ATAN <i>Arco tangente hiperbólico.</i> Da como resultado $\tanh^{-1} x$. | 4-6 | 1 |
| b |  L.R. {b} Da como resultado la <i>interceptación de y</i> de la línea de regresión: $\bar{y} - m\bar{x}$. | 11-8 | 1 |
|  BASE | Muestra el menú de conversión de base. | 10-1 | |
| BIN |  BASE {EN} Selecciona el modo Binario (base 2). | 10-1 | |
|  | Enciende la calculadora; borra x ; borra los mensajes y solicitudes; cancela los menús; cancela los catálogos; cancela la entrada de ecuaciones; cancela la entrada de programas; interrumpe la ejecución de una ecuación; interrumpe la ejecución de un programa. | 1-1, 1-3, 1-8, 1-22, 6-4, 12-7, 12-19 | |
| /c |   <i>Denominador.</i> Establece el límite de denominador para las fracciones mostradas en x . Si $x=1$, muestra el valor actual de /c. | 5-6 | |
| $\rightarrow^{\circ}\text{C}$ |   Convierte de $^{\circ}\text{F}$ a $^{\circ}\text{C}$. | 4-12 | 1 |
| CF n |  FLAGS {CF} n Borra el indicador n ($n =$ de 0 a 11). | 13-11 | |
|  CLEAR | Muestra el menú para borrar números o partes de la memoria; borra la variable o programa indicado desde el catálogo MEM; borra la ecuación mostrada. | 1-4, 1-22 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---|
| CLEAR {ALL} | Borra todos los datos, ecuaciones y programas almacenados. | 1-22 | 1 |
| CLEAR {PGM} | Borra todos los programas (en el modo de Programas). | 12-23 | |
| CLEAR {EQN} | Borra ecuación mostrada (en el modo de Programas). | 12-7 | |
| CLΣ | CLEAR {Σ} Borra los registros de estadísticas. | 11-13 | |
| CLVARS | CLEAR {VARS} Iguala todas las variables a cero. | 3-5 | |
| CL x | CLEAR { x } Iguala x (el registro X) a cero. | 2-2, 2-7, 12-7 | |
| →CM | cm Convierte de pulgadas a centímetros. | 4-12 | |
| CMPLX | Muestra el prefijo CMPLX_ para las funciones complejas. | 9-3 | |
| CMPLX+/- | CMPLX Cambio de signo complejo. Da como resultado $-(z_x + iz_y)$. | 9-3 | |
| CMPLX+ | CMPLX Suma compleja. Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y}) + (z_{2x} + iz_{2y})$. | 9-4 | |
| CMPLX- | CMPLX Resta compleja. Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y}) - (z_{2x} + iz_{2y})$. | 9-4 | |
| CMPLX× | CMPLX Multiplicación compleja. Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y}) \times (z_{2x} + iz_{2y})$. | 9-4 | |
| CMPLX÷ | CMPLX División compleja. Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y}) \div (z_{2x} + iz_{2y})$. | 9-4 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| CMPLX1/ <i>x</i> | CMPLX 1/x <i>Recíproco complejo.</i> Da como resultado $1/(z_x + iz_y)$. | 9-3 | |
| CMPLXCOS | CMPLX COS <i>Coseno complejo.</i> Da como resultado $\cos(z_x + iz_y)$. | 9-3 | |
| CMPLX <i>e^x</i> | CMPLX <i>e^x</i> <i>Exponencial natural complejo.</i> Da como resultado $e^{(z_x + iz_y)}$. | 9-3 | |
| CMPLXLN | CMPLX LN <i>Logaritmo natural complejo.</i> Da como resultado $\log_e(z_x + iz_y)$. | 9-3 | |
| CMPLXSIN | CMPLX SIN <i>Seno complejo.</i> Da como resultado $\sin(z_x + iz_y)$. | 9-3 | |
| CMPLXTAN | CMPLX TAN <i>Tangente compleja.</i> Da como resultado $\tan(z_x + iz_y)$. | 9-3 | |
| CMPLX <i>y^x</i> | CMPLX <i>y^x</i> <i>Potencia compleja.</i> Da como resultado $(z_{1x} + iz_{1y})^{(z_{2x} + iz_{2y})}$. | 9-4 | |
| Cn, <i>r</i> | PROB {Cn, <i>r</i> } <i>Combinaciones de n elementos tomando r cada vez. Da como resultado $n! \div (r! (n - r)!)$.</i> | 4-13 | 1 |
| COS | COS <i>Coseno.</i> Da como resultado $\cos x$. | 4-4 | 1 |
| COSH | HYP COS <i>Coseno hiperbólico.</i> Da como resultado $\cosh x$. | 4-6 | 1 |
| DEC | BASE {DEC} Selecciona el modo Decimal. | 10-1 | |










| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---|
| DEG |  MODES {DG} Selecciona el modo angular de Grados sexagesimales. | 4-4 | 1 |
| →DEG |   DEG <i>Radianes a grados sexagesimales.</i> Da como resultado $(360/2\pi)x$. | 4-11 | |
|  DISP | Muestra el menú para establecer el formato de presentación. | 1-16 | |
| DSE <i>variable</i> |  DSE <i>variable</i> <i>Disminuye, Salta si es igual o inferior.</i> Para el número de control <i>cccccc.fffii</i> almacenado en una variable, resta <i>ii</i> (valor del incremento) de <i>cccccc</i> (valor del contador) y, si el resultado es $\leq fff$ (valor final), salta la siguiente línea de programa. | 13-16 | |
|  | Comienza la introducción de exponentes y añade “E” al número introducido. Indica que sigue una potencia de 10. | 1-12 | 1 |
| ENG <i>n</i> |  DISP {EN} <i>n</i> Selecciona el formato Técnico con <i>n</i> dígitos después del primer dígito (<i>n</i> = de 0 a 11). | 1-17 | |
|  | Separa dos números introducidos secuencialmente; completa la entrada de la ecuación; calcula la ecuación mostrada (y almacena el resultado si corresponde). | 1-13, 6-5, 6-13 | |
| ENTER |  Copia <i>x</i> en el registro Y, apila <i>y</i> en el registro Z, apila <i>z</i> en el registro T y pierde <i>t</i> . | 2-6 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|
|  EQN | Activa o cancela (conmuta) el modo de entrada de Ecuaciones. | 6-4, 12-6 | |
| e^x |  <i>Exponencial natural.</i> Da como resultado e elevado a la potencia de x . | 4-2 | 1 |
| EXP |  <i>Exponencial natural.</i> Da como resultado e elevado a la potencia especificada. | 6-18 | 2 |
| $\rightarrow^{\circ}\text{F}$ |  $^{\circ}\text{F}$ Convierte de $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{F}$. | 4-12 | 1 |
|  FDISP | Activa y desactiva el modo de presentación de fracciones. | 5-1 | |
| FIX n |  DISP {F \times } n Selecciona la pantalla Fija con n lugares decimales: $0 \leq n \leq 11$. | 1-16 | |
|  FLAGS | Muestra el menú para fijar, borrar y comprobar los indicadores. | 13-11 | |
| FN= <i>etiqueta</i> |  FN= <i>etiqueta</i> Selecciona el programa <i>etiquetado</i> como función actual (utilizado por SOLVE y \int FN). | 14-1, 14-7 | |
| FP |  PARTS {FP} <i>Parte fraccionaria</i> de x . | 4-15 | 1 |
| FS? n |  FLAGS {FS?} n Si se ha fijado el indicador n ($n =$ de 1 a 11), ejecuta la siguiente línea de programa; si se ha borrado el indicador n , salta la siguiente línea de programa. | 13-11 | |
| $\rightarrow\text{GAL}$ |   Convierte de litros a galones. | 4-12 | 1 |
| GRAD |  MODES {GR} Establece el modo angular de Grados centesimales. | 4-4 | |



















| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|
| GTO <i>etiqueta</i> |  GTO <i>etiqueta</i> Desplaza el puntero de programa al principio de una <i>etiqueta</i> de programa en la memoria de programas. | 13-4, 13-16 | |
|  GTO  <i>etiqueta nn</i> | Desplaza el puntero de programa hasta la línea <i>nn</i> de la <i>etiqueta</i> de programa. | 12-21 | |
|  GTO   | Desplaza el puntero de programa hasta PRGM TOP. | 12-21 | |
| HEX |  BASE {H \times } Selecciona el modo hexadecimal (base 16). | 10-1 | |
|  HYP | Muestra el prefijo HYP_ para las funciones hiperbólicas. | 4-6 | |
| →HMS |  →HMS <i>De horas a horas, minutos, segundos.</i> Convierte <i>x</i> de una fracción decimal al formato horas-minutos-segundos. | 4-11 | 1 |
| →HR |  →HR <i>Horas, minutos, segundos a horas.</i> Convierte <i>x</i> del formato horas-minutos-segundos a fracción decimal. | 4-11 | 1 |
| i | RCL i ó STO i Valor de la variable <i>i</i> . | 6-5 | 2 |
| (i) | RCL (i) ó STO (i) <i>Indirecto.</i> Valor de la variable cuya letra corresponde al valor numérico almacenado en la variable <i>i</i> . | 6-5, 13-20 | 2 |
| →IN |  →in Convierte de centímetros a pulgadas. | 4-12 | 1 |





| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|
| INPUT <i>variable</i> | <p> INPUT <i>variable</i></p> <p>Recupera la <i>variable</i> en el registro S, muestra el nombre y valor de la variable e interrumpe la ejecución del programa. Pulsando R/S (para reanudar la ejecución del programa) o (para ejecutar la línea de programa en curso) se almacena la entrada en la variable. (Utilizado sólo en programas).</p> | 12-12 | |
| INV | 1/x Recíproco de argumento. | 6-18 | 2 |
| IP | <p> PARTS {IF}</p> <p>Parte entera de x.</p> | 4-15 | 1 |
| ISG <i>variable</i> | <p> ISG <i>variable</i></p> <p>Incrementa, salta si es mayor. Para el número de control <i>ccccccc.fffii</i> almacenado en <i>variable</i>, suma <i>ii</i> (valor de incremento) en <i>ccccccc</i> (valor de contador) y, si el resultado es $> fff$ (valor final), salta la siguiente línea de programa.</p> | 13-16 | |
| →KG | kg Convierte de libras a kilogramos. | 4-12 | 1 |
| →L | l Convierte de galones a litros. | 4-12 | 1 |
| LAST x | <p> LAST x</p> <p>Da como resultado el número almacenado en el registro LAST X.</p> | 2-9 | |
| →LB | lb Convierte de kilogramos a libras. | 4-12 | 1 |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|
| LBL <i>etiqueta</i> | <div> <div> <div>↩</div> <div>LBL</div> </div> <i>etiqueta</i> </div> <p>Etiqueta un programa con una única letra para que sirva de referencia a las operaciones XEQ, GTO ó FN=. (Utilizado sólo en los programas).*</p> | 12-3 | |
| LN | <div> <div>LN</div> </div> <i>Logaritmo natural.</i> Da como resultado $\log_e x$. | 4-2 | 1 |
| LOG | <div> <div>↩</div> <div>LOG</div> </div> <i>Logaritmo común.</i> Da como resultado $\log_{10} x$. | 4-2 | 1 |
| <div> <div>➡</div> <div>L.R.</div> </div> | Muestra el menú para la regresión lineal. | 11-4 | |
| m | <div> <div>➡</div> <div>L.R.</div> </div> <div>{m}</div> <p>Da como resultado la pendiente para la regresión lineal: $[\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})] \div \Sigma(x_i - \bar{x})^2$</p> | 11-8 | 1 |
| <div> <div>↩</div> <div>MEM</div> </div> | Muestra la cantidad de memoria disponible y el menú del catálogo. | 1-21 | |
| <div> <div>↩</div> <div>MEM</div> </div> <div>{PGM}</div> | Comienza el catálogo de programas. | 12-22 | |
| <div> <div>↩</div> <div>MEM</div> </div> <div>{VAR}</div> | Comienza el catálogo de variables. | 3-4 | |
| <div> <div>↩</div> <div>MODES</div> </div> | Muestra el menú para establecer modos angulares y el signo decimal (. ó ,). | 1-16, 4-4 | |
| n | <div> <div>➡</div> <div>SUMS</div> </div> <div>{n}</div> <p>Da como resultado el número de grupos de puntos de datos.</p> | 11-12 | 1 |
| OCT | <div> <div>↩</div> <div>BASE</div> </div> <div>{OC}</div> <p>Selecciona el modo Octal (base 8).</p> | 10-1 | |
| <div> <div>↩</div> <div>OFF</div> </div> <div>ó</div> | Apaga la calculadora. | 1-1 | |
| <div> <div>➡</div> <div>OFF</div> </div> | | | |
| <div> <div>➡</div> <div>PARTS</div> </div> | Muestra el menú para seleccionar las partes de los números. | 4-15 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---|
| $P_{n,r}$ |  PROB { $P_{n,r}$ } <i>Permutaciones de n elementos tomados r cada vez. Da como resultado $n! \div (n - r)!$.</i> | 4-13 | 1 |
|  PRGM | Activa o cancela (conmuta) el modo de entrada de Programas. | 12-5 | |
|  PROB | Muestra el menú para las funciones de probabilidad. | 4-13 | |
| PSE |  PSE <i>Pausa.</i> Interrumpe brevemente la ejecución del programa para mostrar x , una variable o una ecuación, y a continuación reanuda el programa. (Utilizado sólo en los programas). | 12-18, 12-19 | |
| r |  L.R. { r } Da como resultado el coeficiente de correlación entre los valores x e y : $\frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \times \sum (y_i - \bar{y})^2}}$ | 11-8 | 1 |
| RAD |  MODES { RD } Selecciona el modo angular de Radianes. | 4-4 | |
| \rightarrow RAD |  \rightarrowRAD <i>Grados sexagesimales a radianes.</i> Da como resultado $(2\pi/360)x$. | 4-11 | 1 |
| RADIX, |  MODES { , } Selecciona la coma como signo marca de base (punto decimal). | 1-16 | |
| RADIX. |  MODES { . } Selecciona el punto como marca de base (punto decimal). | 1-16 | |






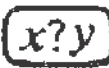

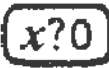





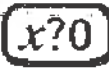
| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|
| RANDOM | PROB {R} Ejecuta la función RANDOM. Da como resultado un número aleatorio dentro de la gama de 0 a 1. | 4-13 | 1 |
| RCL <i>variable</i> | RCL <i>variable</i> <i>Recuperación.</i> Copia la <i>variable</i> en el registro X. | 3-2 | |
| RCL+ <i>variable</i> | RCL + <i>variable</i> Da como resultado $x + \textit{variable}$. | 3-6 | |
| RCL- <i>variable</i> | RCL - <i>variable</i> . Da como resultado $x - \textit{variable}$. | 3-6 | |
| RCL× <i>variable</i> | RCL × <i>variable</i> . Da como resultado $x \times \textit{variable}$. | 3-6 | |
| RCL÷ <i>variable</i> | RCL ÷ <i>variable</i> . Da como resultado $x \div \textit{variable}$. | 3-6 | |
| RND | RND <i>Redondeo.</i> Redondea x en n lugares decimales en el modo de presentación FIX n ; en $n + 1$ dígitos significativos en el modo de presentación SCI n ó ENG n ; o en el número decimal más próximo a la fracción mostrada en el modo de presentación de fracciones. | 4-15, 5-9 | 1 |
| RTN | RTN <i>Retorno.</i> Marca el final de un programa; el puntero de programa vuelve al principio o a la rutina que ha realizado la llamada. | 12-4, 13-2 | |
| R↓ | R↓ <i>Desplazamiento descendente.</i> Desplaza t al registro Z, z al registro Y, y al registro X y x al registro T. | 2-3 | |




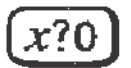

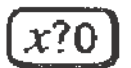







| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---|
| R↑ |   <i>Desplazamiento ascendente.</i> Desplaza t al registro X, z al registro T, y al registro Z y x al registro Y. | 2-3 | |
|   | Muestra el menú de desviación estándar. | 11-4 | |
| SCI n |   {SC} n Selecciona la pantalla Científica con n lugares decimales. ($n =$ de 0 a 11). | 1-17 | |
|   | <i>Desplazamiento.</i> Activa o desactiva el desplazamiento de ecuaciones en los modos de Ecuaciones y Programas. | 6-8, 12-7 | |
| SEED |   {SD} Reinicia la secuencia de número aleatorio con la semilla $ x $. | 4-13 | |
| SF n |   {SF} n Fija el indicador n ($n =$ de 0 a 11). | 13-11 | |
|   | Muestra toda la mantisa (todos los 12 dígitos) de x (o el número de la línea de programa actual); muestra la verificación hexadecimal y la longitud decimal en bytes para las ecuaciones y programas. | 1-18, 6-21, 12-23 | |
| SIN |  <i>Seno.</i> | 4-4 | 1 |
| | Da como resultado $\sin x$. | | |
| SINH |    <i>Seno hiperbólico.</i> Da como resultado $\sinh x$. | 4-6 | 1 |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|
| SOLVE <i>variable</i> |  SOLVE <i>variable</i> Resuelve la ecuación mostrada o el programa seleccionado por FN=, utilizando las estimaciones iniciales de la <i>variable</i> y <i>x</i> . | 7-2, 14-1 | |
| SPACE | R/S Inserta un espacio en blanco durante la introducción de la ecuación. | 6-6 | 2 |
| SQ |  x² Cuadrado del argumento. | 6-18 | 2 |
| SQRT |  Raíz cuadrada de <i>x</i> . | 1-14 | 1 |
| STO <i>variable</i> | STO <i>variable</i> Almacenamiento. Copia <i>x</i> en la <i>variable</i> . | 3-2 | |
| STO+ <i>variable</i> | STO + <i>variable</i> Almacena la <i>variable</i> + <i>x</i> en la <i>variable</i> . | 3-5 | |
| STO- <i>variable</i> | STO - <i>variable</i> Almacena la <i>variable</i> - <i>x</i> en la <i>variable</i> . | 3-5 | |
| STO× <i>variable</i> | STO × <i>variable</i> Almacena la <i>variable</i> × <i>x</i> en la <i>variable</i> . | 3-5 | |
| STO÷ <i>variable</i> | STO ÷ <i>variable</i> Almacena la <i>variable</i> ÷ <i>x</i> en la <i>variable</i> . | 3-5 | |
| STOP | R/S Ejecución/parada. | 12-19 | |
| | Comienza la ejecución del programa en la línea de programa en curso; interrumpe la ejecución y muestra el registro X. | | |
|  SUMS | Muestra el menú de suma. | 11-4 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|
| sx | { Σx } Da como resultado la desviación estándar de muestra de los valores de x : $\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \div (n - 1)}$. | 11-6 | 1 |
| sy | { Σy } Da como resultado la desviación estándar de muestra de los valores de y : $\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2 \div (n - 1)}$. | 11-6 | 1 |
| TAN | <i>Tangente</i> . Da como resultado $\tan x$. | 4-4 | 1 |
| TANH | <i>Tangente hiperbólica</i> . Da como resultado $\tanh x$. | 4-6 | 1 |
| VIEW <i>variable</i> | <i>variable</i> Muestra el contenido etiquetado de la <i>variable</i> sin copiar el valor en la pila. | 3-3, 12-14 | |
| | Calcula la ecuación mostrada. | 6-14 | |
| XEQ <i>etiqueta</i> | <i>etiqueta</i> Ejecuta el programa identificado por la <i>etiqueta</i> . | 13-2 | |
| x^2 | <i>Cuadrado de x</i> . | 4-2 | 1 |
| $\sqrt[x]{y}$ | <i>La raíz x de y</i> . | 4-3 | 1 |
| \bar{x} | { \bar{x} } Da como resultado la media de los valores de x : $\Sigma x_i \div n$. | 11-4 | 1 |
| \hat{x} | { \hat{x} } Teniendo un valor y en el registro X, da como resultado la <i>estimación</i> de x basándose en la línea de regresión: $\hat{x} = (y - b) \div m$. | 11-8 | 1 |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| $x!$ | $(x!)$ <i>Factorial</i> (o gamma). Da como resultado $(x)(x - 1) \dots$ $(2)(1)$ ó $\Gamma(x + 1)$. | 4-12 | 1 |
| XROOT | $(\sqrt[y]{x})$ El <i>argumento</i> ₁ raíz del <i>argumento</i> ₂ . | 6-18 | 2 |
| $\bar{x}w$ | (\bar{x}, \bar{y}) $\{\bar{x}w\}$ Da como resultado la media ponderada de los valores x : $(\sum y_i x_i) \div \sum y_i$. | 11-4 | 1 |
| (\bar{x}, \bar{y}) | Muestra el menú de la media (media aritmética). | 11-4 | |
| $x \langle \rangle$ <i>variable</i> | $(x \rightleftharpoons)$ x <i>intercambio</i> . Intercambia x con una variable. | 3-8 | |
| $x \langle \rangle y$ | $(x \rightleftharpoons y)$ x <i>intercambio</i> y . Desplaza x al registro Y e y al registro X. | 2-4 | |
| $(x?y)$ | Muestra el menú de pruebas de comparación " $x?y$ ". | 13-7 | |
| $x \neq y?$ | $(x?y)$ $\{\neq\}$ Si $x \neq y$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x = y$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x \leq y?$ | $(x?y)$ $\{\leq\}$ Si $x \leq y$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x > y$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x < y?$ | $(x?y)$ $\{<\}$ Si $x < y$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x \geq y$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| $x > y?$ |   {>} Si $x > y$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x \leq y$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x \geq y?$ |   {≥} Si $x \geq y$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x < y$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x = y?$ |   {= Si $x = y$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x \neq y$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
|   | Muestra el menú de pruebas de comparación " $x?0$ ". | 13-7 | |
| $x \neq 0?$ |   {≠} Si $x \neq 0$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x = 0$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x \leq 0?$ |   {≤} Si $x \leq 0$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x > 0$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x < 0?$ |   {<} Si $x < 0$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x \geq 0$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |

| Nombre | Teclas y descripción | Pág. | * |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|
| $x > 0?$ |   {>} Si $x > 0$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x \leq 0$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x \geq 0?$ |   {≥} Si $x \geq 0$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x < 0$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| $x = 0?$ |   {= Si $x = 0$, ejecuta la siguiente línea de programa; si $x \neq 0$, salta la siguiente línea de programa. | 13-7 | |
| \bar{y} |   { \bar{y} } Da como resultado la media de los valores de y : $\Sigma y_i \div n$. | 11-4 | 1 |
| \hat{y} |   { \hat{y} } Teniendo un valor x en el registro X, da como resultado la <i>estimación</i> de y basándose en la línea de regresión: $\hat{y} = mx + b$. | 11-8 | 1 |
| $y, x \rightarrow \theta, r$ |   <i>Coordenadas de rectangulares a polares.</i> Convierte (x, y) en (r, θ) . | 4-8 | |
| y^x |  <i>Potencia.</i> Da como resultado y elevado a la potencia de x . | 4-2 | 1 |

Notas:

1. La función se puede utilizar en ecuaciones.
2. La función se puede utilizar sólo en ecuaciones.